



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

도시계획학 석사학위논문

대중교통 보조금의 적정 수준 추정

-대구시를 사례로-

An Estimation of Optimal Level of Public
Transport Subsidies

- The Case of Daegu -

2014년 8월

서울대학교 환경대학원
환경계획학과 교통관리전공
허 동 혁

대중교통 보조금의 적정 수준 추정

-대구시를 사례로-

지도교수 김 성 수

이 논문을 도시계획학 석사학위 논문으로 제출함

2014년 4월

서울대학교 환경대학원

환경계획학과 교통관리전공

허 동 혁

허동혁의 도시계획학 석사학위 논문을 인준함

2014년 6월

위 원 장 _____(인)

부위원장 _____(인)

위 원 _____(인)

<국문초록>

대구광역시시는 대중교통활성화를 위해 2006년 시내버스 중공영제 시행과 함께 구간요금제를 균일요금제로 조정 후 무료환승제를 시행하였다. 그러나 표준운송원가 상승, 요금할인 등으로 인해 대중교통 재정지원금의 규모는 계속하여 커지면서 그 규모와 적정성에 관한 논란이 있는 것이 사실이다. 이에 본 연구에서는 승용차와 대중교통 모두를 고려하여 대중교통 보조금의 적정 수준을 추정하는 방법론을 제시하고 적용하고자 한다. 많은 국내의 대중교통 보조금에 관한 선행연구는 서비스 질의 향상, 수익 극대화 등의 정책적 제언과 대중교통 활성화 방안의 제시인 반면, 국외의 선행 연구는 실질적인 보조금의 적정 수준을 추정하는 내용이 다수였다.

따라서 본 연구는 사회적 관점에서 교통 이용자의 실질적인 사회적 후생이 최대가 되는 수준의 대중교통 보조금을 추정하는 방법론을 정립하고 적용하여 그 기준을 제시하는 것을 목적으로 하며 명목적으로 명시되어 있는 보조금의 정도가 아니라는 점과 교통 부문에서 세금에 관하여 자중손실을 고려하는 연구라는 것에 그 의의가 있다.

본 연구의 시간적 범위는 2012년이며 대중교통 보조금의 적정 수준 추정의 분석에 사용된 자료의 기준연도는 2012년이며 필요에 따라 최근 자료를 이용한다. 공간적 범위는 대구광역시로 한정하며 지역 간 통행에 해당하는 고속버스, 시외버스, 고속철도와 항공 등을 제외한 승용차, 택시, 버스, 지하철의 4가지 교통수단을 대상으로 하였다.

대중교통 보조금의 적정 수준을 추정하는 방법은 다음과 같다.

먼저 보조금의 변화에 따른 수단분담률의 변화를 추정하기 위해 통행자의 수단선택은 로짓모형을 이용한다. 수단선택을 위한 효용함수 파라미터 값은 한국교통연구원에서 제공한 예비타당성조사 지침의 대구광역시권 수단선택모형의 효용함수를 이용하여 상수항을 2012년 현실에 맞게

조정하여 사용한다. 그리고 2007년 대구광역시 각 수단별 O/D 자료를 이용하여 2012년 기준으로 보간법을 이용하여 보정한 후 Emme3 프로그램을 통해 보조금을 변화시켜 통행 패턴의 변화를 추정한다.

다음으로 추정된 수단분담을 바탕으로 사회적 관점에서 보조금의 적정 수준을 추정하기 위해 차량운행비용, 통행시간비용, 교통사고비용, 대기오염비용, 소음비용, 자중손실의 변화를 산출하여 사회적 후생의 변화를 알아본다. 국내·외 선행연구 결과를 고려하여 자중손실률은 하한선 7%, 상한선 17%로 설정하여 적용 분석하였다.

대중교통 보조금의 적정 수준을 추정하기 위해 현재 운임 1100원을 기준으로 보조금이 100원 단위로 더 지급되어 요금이 500원까지 낮아지고, 보조금이 100원 단위로 덜 지급하여 요금을 1700원까지 높이면서 첨두와 비첨두로 나누어 1일 통행 패턴의 변화를 살펴보았다. 그 결과 각 수단별 통행량은 승용차와 택시는 대중교통 보조금이 올라갈수록 통행량이 감소하고, 대중교통 보조금이 내려갈수록 통행량이 증가한다. 버스와 지하철은 대중교통 보조금의 변화에 따라 그와 반대의 현상으로 통행량이 변화한다.

추정된 보조금의 변화에 따른 각 수단별 통행패턴의 결과를 통해 사회적 후생을 측정한 결과, 자중손실률에 따른 사회적 후생의 결과가 다르게 나타났는데, 대중교통 보조금의 세금의 성격이 소비세와 같은 간접세의 성격이므로 자중손실이 상대적으로 큰 경향을 보이므로 보조금은 사회적으로 용인이 가능한 수준에서 점차적으로 올리는 것이 좋다. 운수 수익과 운행비용의 비용회수 정도를 고려하였을 때, 본 연구에서 적정 수준의 요금은 1400원일 때가 되며 현재 수준보다 통행당 300원의 보조금을 더 지급하는 것이다.

본 연구는 대중교통 보조금의 적정 수준을 추정하는 방법론을 제시하고 적용한 점, 명목적으로 제시된 보조금이 아닌 실질적인 보조금의 추정한 점과 보조금의 재원이 되는 세수의 자중손실을 고려한 점에서 그

의의가 있다.

◆ 주요어 : 보조금, 대중교통, 대구, 수단분담모형
사회적 관점, 사회적 후생, 자중손실

◆ 학 번 : 2011-23937

<목 차>

I . 서론	1
1. 연구의 배경 및 목적	1
2. 연구의 범위 및 방법	3
3. 연구의 구성	4
II . 선행연구의 고찰	6
1. 이론적 고찰	6
2. 선행연구 고찰	7
1) 국내 선행 연구	7
2) 국외 선행 연구	12
3. 선행연구의 시사점	15
III . 방법론의 정립	17
1. 방법론의 개요 및 가정	17
1) 방법론의 개요	17
2) 방법론의 가정	18
2. 수단선택모형	20
1) 기본 형태	20
2) 효용함수의 설정	22
3. 대중교통 보조금 변화에 따른 영향	22
1) 차량운행비용의 변화	23

2) 통행시간비용의 변화.....	25
3) 교통사고비용의 변화.....	26
4) 대기오염비용의 변화.....	28
5) 소음비용의 변화.....	29
6) 대중교통 보조금의 변화.....	30

IV. 자료의 구축..... 32

1. 연구의 대상 지역.....	32
2. 연구 대상지역의 기초자료.....	32
3. 대중교통 운행 현황.....	35
1) 대중교통 운행 현황.....	35
2) 대중교통 운행 비용.....	38
4. 수단선택모형.....	41
5. 사회적 후생 변화 추정 시 적용 자료.....	42
1) 차량운행비용.....	42
2) 통행비용.....	42
3) 교통사고비용.....	43
4) 대기오염비용.....	44
5) 소음비용.....	45
6) 자중손실.....	46

V. 대중교통 보조금의 적정 수준 추정	49
1. 개요	49
2. 모형의 적용과 분석	50
3. 보조금에 따른 사회적 후생 변화	54
1) 차량운행비용 변화	54
2) 통행시간비용 변화	55
3) 교통사고비용 변화	57
4) 대기오염비용의 변화	58
5) 소음비용의 변화	59
6) 대중교통 보조금의 변화	60
7) 사회적 후생의 변화	61
4. 대중교통 보조금의 적정 수준 추정	63
 VI. 결론	 65
1. 연구의 결론	65
2. 한계점 및 향후 연구과제	68
 참고문헌	 70
[부록 1] 도로부문 통행배정모형의 정산	76
[부록 2] 철도부문 통행배정모형의 정산	80

〈표 차례〉

<표 II-1> 영국과 호주 선행연구의 결과	13
<표 IV-1> 대구광역시의 자동차 등록대수 추이	33
<표 IV-2> 대구광역시의 도로망 현황	34
<표 IV-3> 대구광역시의 시내버스 운행 현황	35
<표 IV-4> 대구광역시의 시내버스 수송인원 추이	36
<표 IV-5> 대구광역시의 도시철도 운행 현황	37
<표 IV-6> 대구광역시의 도시철도 일평균 수송인원 추이	37
<표 IV-7> 대구광역시의 시내버스 운임체계	38
<표 IV-8> 대구광역시의 시내버스 운영비용	38
<표 IV-9> 대구광역시의 시내버스 1일 대당 표준운송원가	39
<표 IV-10> 대구광역시의 도시철도 운임체계	39
<표 IV-11> 대구광역시의 도시철도 운영비용	40
<표 IV-12> 대구광역시 대중교통 환승비율	40
<표 IV-13> 대구광역권 여객 수단선택의 효용함수 파라미터 값	41
<표 IV-14> 도로부문 교통사고비용 원단위	43
<표 IV-15> 대기오염물질 배출비용 원단위	45
<표 IV-16> 소음비용 평균 원단위	45
<표 V-1> 대구광역시 요금별 수단통행량(침두 1시간)	50
<표 V-2> 대구광역시 요금별 수단통행량(비침두 1시간)	51
<표 V-3> 대구광역시 요금별 수단통행량(전일)	52
<표 V-4> 대구광역시 요금별 수단분담률(전일)	53
<표 V-5> 차량운행비용 절감 편익	55

<표 V-6> 통행시간비용 절감 편익	56
<표 V-7> 교통사고비용 절감 편익	58
<표 V-8> 대기오염비용 절감 편익	59
<표 V-9> 소음비용 절감 편익	59
<표 V-10> 대중교통 보조금과 자중손실의 변화	60
<표 V-11> 사회적 후생의 변화	62

<그림 차례>

<표 Ⅲ-1> 연구 진행 순서.....	17
-----------------------	----

I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

시민들에게 교통편익을 제공하는 대중교통은 최근 승용차 보유대수 증가, 이용환경 악화, 개인주의 성향의 확대 등으로 인해 이용객은 감소세를 보였으며 경영여건은 지속적으로 악화되어 왔다. 이에 대응하여 대구광역시는 2005년 지하철 2호선 개통, 그리고 2006년 시내버스 준공영제 시행과 함께 구간요금제를 균일요금제로 조정 후 무료환승제를 시행하였다. 이로 인해 1일 평균 시내버스 이용객은 2007년 약 72만 명에서 2010년 약 80만 명으로 증가하고 버스정보 안내기 설치 등 각종 편의시설 확충으로 대중교통 서비스 수준이 전반적으로 향상된 것으로 나타났다.

그러나 대중교통 활성화를 위한 무료환승제 시행 등으로 인해 시민의 교통비용은 절감¹⁾되었지만 준공영제 시행이전 2년 주기로 요금 조정을 하던 것과 달리 대중교통 공공성 강화로 '06. 10.28 요금 조정이후 4년 8개월('11. 7. 1)만에 요금조정, 인건비 연료비 등의 인상으로 인한 표준운송원가 상승 등에 대한 공적 부담과 오지·벽지노선 및 청소년·어린이 요금할인으로 인한 운송

1) 버스 무료환승금액 : 418억('07년)→480억('08년)→528억('09년)→567억('10년)→561억('11년)

수입금 감소 적자를 재정지원하고 있으며, 대구광역시²⁾는 특히 타 도시에 비해 재정지원금이 많은데 상대적으로 대중교통 이용율²⁾이 낮고, 요금체계(환승요금) 차이³⁾로 인한 운송수입금의 차이로 보조금은 지속적으로 증가하고 있다.

따라서 대중교통부문의 재정지원 규모가 커지면서 그 규모와 적정성에 관한 논란이 있는 것이 사실이다. 이에 본 연구에서는 승용차와 대중교통 모두를 고려하여 대중교통 보조금의 적정 수준을 추정하는 방법론을 제시하고 적용하고자 한다. 많은 국내의 대중교통 보조금과 관한 선행연구가 서비스 질의 향상을 위한 정책적 제언과 수익의 극대화를 위한 대중교통 활성화 방안의 제시인 반면, 본 연구는 사회적 관점에서 교통 이용자의 실질적 후생이 최대가 되는 수준의 보조금을 추정하는 방법론을 정립하고 그 기준을 제시하는 연구가 된다는 점에서 차이가 있다.

본 연구의 목적을 정리하자면, 대중교통 보조금의 적정 수준을 추정하기 위해 대중교통 보조금의 변화가 수단분담률에 미치는 영향을 살펴본다. 또한 보조금의 변화에 따른 운임변화로 인한 수단분담률의 변화가 가져오는 이용자 후생의 변화를 살펴본다. 궁극적으로 본 연구는 사회적 관점에서 적정운임은 사회적 후생이 최대가 되는 운임을 의미하므로 운임변화에 따른 승용차 이용자의 편익 변화, 대중교통 이용자 효용 변화와 외부비용 변

2) 인구대비 1일 시내버스 이용률이 서울시 43.9%, 부산시 42.7%, 대구시는 32.0% 수준임('10년 기준)

3) 서울시는 거리비례제로 기본요금에 거리에 따라 요금 부과, 부산시는 버스-지하철 간 환승요금(200원) 부과, 대구시는 균일요금제로 무료환승

화를 고려하여 사회적 후생 변화를 살펴본다. 즉, 사회 전체의 관점에서 적정 수준의 요금ی 얼마가 되며, 그것을 측정할 수 있는 방법론을 제시하고 적용하는 것을 본 연구의 궁극적 목적으로 한다.

2. 연구의 범위 및 방법

본 연구는 대구광역시 대중교통과 대중교통이 운행되는 도시 내부를 대상으로 하며 보조금의 적정 수준 추정의 시간적 범위는 2012년이며, 대중교통의 적정 보조금을 추정하기 위해 사용한 자료는 또한 2012년 기준의 자료이다.

분석에 적용되는 통행수단은 승용차, 택시, 시내버스, 도시철도의 네 가지 교통수단이며 도보와 기타 통행은 제외한다. 수단 선택모형은 한국교통연구원에서 제공한 도로 및 철도부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 수정 및 보완 연구에 사용된 대구광역시권 수단선택모형의 효용함수 파라미터 값을 이용하여 2012년의 현실을 반영하여 조정 후 적용한다.

통행자의 통행 패턴 변화를 알아보기 위한 기준자료는 KTDB에서 제공한 2007년 대구광역시 각 수단별 O/D 자료를 이용하여 2012년 기준으로 보간법을 이용하여 보정한 후 Emme3 프로그램을 통해 보조금의 수준을 변화시켜 추정한다.

본 연구는 사회적 관점에서 대중교통 보조금의 적정 수준을

추정하는 방법론을 제시하고 적용하는 것이다. 보조금의 적정 수준은 보조금의 변화에 따른 운임변화와 그에 따른 수단분담률의 변화 그리고 승용차 이용자의 변화를 통해 추정할 수 있다. 이때 통행자의 수단선택은 다항로짓모형으로 추정한다. 수단선택모형의 효용함수는 통행시간, 통행비용, 행적구역더미, 지하철역 더미, 환승횟수로 구성된다.

사회적 관점에서 보조금의 적정운임은 수단선택모형으로부터 도출되는 통행자의 편익변화와 각 대중교통 이용자 효용 변화와 외부비용 변화를 고려하여 사회적 후생 변화가 반영된 사회적 후생 변화를 통해 추정된다. 운임추정에 사용되는 모든 자료의 기준연도는 2012년으로 한다.

3. 연구의 구성

본 연구는 사회적 관점에서 대중교통 보조금을 추정할 수 있는 방법론을 정립하는데 목적이 있다. II장에서는 보조금에 대한 정의에 대해 알아본 후 대중교통 보조금의 적정 수준 추정에 관한 연구와 운영기관의 수입과 보조금, 그리고 대중교통 보조금과 사회적 후생에 관한 연구에 대해 국내·외 선행연구를 고찰하며 시사점을 도출한다. III장에서는 본 연구에 적합한 방법론을 보조금의 변화에 따른 영향에 관해 승용차의 이용자의 변화와 외부비용을 고려한 사회적 후생의 관점에서 논의하고 방법론을 정립

한다. IV장에서는 연구 대상지역에 대한 자료를 수집 및 분석한다, V장에서는 사례지역에 모형을 적용하여 적정 수준의 보조금을 추정하고, 결과를 분석한다. 마지막 VI장에서는 추정된 보조금과 현재 수준의 보조금을 비교하고 본 연구의 한계에 관해서 논한다.

II. 선행연구의 고찰

1. 이론적 고찰

일반적으로 보조금은 특정부문 또는 산업을 보호하고자 하는 정부의 정책이다. 보조금의 개념을 정의하거나 분석, 측정하는 것은 아직까지 합의되지 못하고 있다. 보조금의 개념은 연구목적에 따라 달라질 수밖에 없다. OECD에서는 보조금을 소비자에게 시장수준 이하의 가격을 유지시키거나 생산자에게 시장수준 이상의 가격을 유지하도록 하여 소비자 혹은 생산자의 비용을 감소시키는 관련조치로 정의하며, 구체적으로 환경적 정의, 경제적 정의, 재정적 정의의 세 가지 범위로 나누어 정의한다.⁴⁾ Myers(2001)는 보조금을 정부가 보기에 경제전체 또는 사회전반에 도움을 줄 것으로 생각되는 활동을 촉진시키기 위해 경제 영역 또는 제도, 산업, 개인영역까지 정부의 지원을 확대한 형태라고 정의하였다.

현재 우리나라 대도시들에서 버스정책으로 도입하고 있는 준공영제 도입의 목적은 ‘노선의 공공성 강화’와 ‘안정적인 서비스 제공’이라고 할 수 있다. 준공영제 실시 이전의 버스운영체제는 서울이 개별 노선제였고, 대구·대전·광주는 공동배차제를 채택했

4) 출처 : OECD, Subsidies, Tax incentives & the Environment: Overview and Synthesis, 1996

었다. 버스준공영제의 실시와 함께 요금제 유형으로 서울은 통합 거리비례제, 나머지 도시들은 무료환승제를 공통적으로 적용하고 있다. 정부는 대중교통 업계의 경영개선을 통해 재정지원을 하고 있다. 2001년 6월부터 시작된 국비지원의 주된 재원은 교통세 부담금이며, 교통세부담금의 50%를 시도별로 분배하되 50% 이상을 지자체의 자체재원으로 확보하도록 하였다. 2005년부터는 국비 재원이 교통세에서 지방교부세로 변경되었고, 배분기준은 유류사용량 50%, 버스보유대수 40%, 벽지노선거리 10%이다. 국가 재정지원의 법적 근거는 여객자동차운수사업법(법률 제9733호, 2009. 5. 27)이다.

2. 선행연구 고찰

1) 국내 선행 연구

대중교통 보조금과 관련하여 국내 연구는 적정 보조금 산출 방법론과 영향에 관한 연구, 대중교통 요금변화에 관한 연구 등으로 황기연(1999)은 1996년 말 서울시에서 실시한 일기식 가구통행실태조사(유효표본수 3,006개)를 이용하여 추정된 네스티드로짓모형과 다항로짓모형을 이용하여 버스의 가격탄력성을 도시형 버스 -0.6767, 좌석버스 -0.1081로 구함으로 서울시 버스 승객은 버스의 요금변화에 크게 민감하지 않다고 분석하였다.

이성원·박지형(1999)은 대중교통 요금 변화에 따른 승용차 수

요 전환율을 선호의식조사를 통해 예측하였다. 이 연구는 수도권에 거주하는 통행자 중 수도권 내를 통행하는 통행자 1,672명을 대상으로 하였고, 개별행태 접근법으로서 수단선택모형이 아닌 수단전환모형을 설정하여 효용함수를 추정한 뒤 대중교통 요금의 변화에 따른 승용차 이용자의 전환율을 도출하였다. 요금은 10-50%로 인하하여 대중교통 요금에 대한 승용차 이용수요의 교차탄력성은 0.016부터 0.087로 작아 비탄력적이고 대중교통 요금의 변화가 승용차 이용자의 수단전환에 미치는 효과는 50% 요금 인하 시 수요전환율도 최대 4.35%정도로 그칠 것이라 결론지었다.

황기연·이우철(2000)은 서울시를 사례로 대중교통 환승요금 적정 할인수준 추정의 최적 대안을 찾기 위해 서울시 교통 혼잡관리를 위해 개발된 SECOMM 모형의 수단선택 파라미터 값을 활용한 모의분석방법을 사용하여 서울시에서 단기적으로 시행 가능한 환승할인제도는 버스와 지하철간의 환승만을 대상으로 기존 요금을 100원씩 인상한 상태에서 수단에 대해 30%까지 할인을 해주는 안이 현실적으로 가장 높은 대안이라고 분석하였고, 이 경우 연간 802억 원에 가까운 요금수입 증대효과가 나타날 것으로 분석하였다. 연구결과는 오전 침두 데이터로 요금에 대한 민감도가 낮은 문제가 있었다.

조일현(2005)은 서울시 승용차를 중심으로 환경 비친화적인 교통보조금의 규모를 추계하는 연구에서 서울시 등록차량을 대상으로 투입되고 있는 재정적 보조금과 사회적 보조금 항목을

나누어 재정적 보조금은 직접 이전, 간접 이전, 조세지출로 분류하고, 사회적 보조금은 환경비용과 혼잡비용, 교통사고비용으로 나누어 추계하였다. 그리고 교통 관련 제세와 각종 부담금의 크기를 구하여 총 교통 보조금의 규모와 비교하고, 순 교통 보조금의 규모를 산정하였다. 재정적 보조금은 7766억 원, 사회적 보조금은 약 3조 165억 원으로 추계되었고, 교통관련 세금 및 부담금은 2조 3억 원으로 집계되었고, 순 교통 보조금은 1조 7897억 원으로 추계되었다. 연구의 결과로 서울시 자가용 승용차 부문에서 세금 및 부담금으로 지불되는 금액이 재정적으로 지급되는 보조금보다 훨씬 더 초과하고 있음을 알 수 있었고, 보다 폭 넓은 범위의 보조금에 관한 추계 연구라는 의의가 있었다.

한중학·김준영(2008)은 인천광역시를 대상으로 대중교통 적정 재정지원 산출 방법론에 관한 연구에서 2006년 인천광역시 승용차 통행량을 기준으로 혼잡비용, 사고비용, 대기오염비용 등을 산출하여 대중교통 재정지원만큼 승용차 이용자가 대중교통으로 전환되어야 한다는 전제 하에서, 승용차 이용자에게 세금 등으로 외부비용을 부담지우지 못하는 만큼을 대중교통으로 재정지원을 해야 한다고 했으며, 인천시 승용차 1일 수단통행량으로부터 산출되는 연간 대중교통 재정지원 가능금액은 버스, 지하철을 통틀어 약 983억 원을 제시하였다.

전정환(2010)은 광주광역시 버스준공영제에 관하여 미국, 일본, 영국, 프랑스의 시내버스 운영사례를 분석하고 준공영제의 시행으로 우리나라 대중교통 이용자의 편익이 증대되고, 그에 따

라 버스이용자가 증대한 긍정적인 효과가 있다고 했으며, 버스와 지하철 간의 연결망 구축 및 통합거리비례요금제 또는 무료환승제를 통해 승객이 목적지까지 가장 빠른 길을 찾아 통행하는 합리적인 통행패턴이 정착되고 있다고 하였으나, 긍정적인 측면에도 불구하고 운영적자를 보전하기 위한 지방재정의 지원이 필수적이기 때문에 재정적 부담이 가중되고 있다는 문제점과 비용절감을 위한 효율성이 추구되지 않는 측면을 지적하였으며, 재정지원금을 감소시키기 위하여 지방소비세의 대중교통 재정지원 우선 방안, 수입금관리의 투명성 확보, 지능형교통체계의 도입 등을 통한 이용확대 추진 등의 정책적인 제언으로 결론지었다.

고문주(2012)는 하이브리드 자동차에 대한 정부보조금의 적정성을 분석하는 연구에서 시중에 나와 있는 하이브리드 자동차와 같은 차종의 일반차량을 비교하여 보조금 수준을 알아보았다. 하이브리드 자동차와 일반차량의 총 사회적 비용은 오히려 하이브리드 차량이 372만원 높은 수준이었으며, 이것은 초기 차량 가격 차이를 유류비 절감이나 온실가스 배출 저감이 상쇄하지 못하기 때문이라 하였고, 80여만 원의 추가적인 보조가 필요한 것으로 나타났다.

이미라(2013)는 서울~부산 통행을 중심으로 고속철도(KTX)의 적정 운임수준을 추정을 위해 2005년~2011년 서울~부산 간 수단별 월 승객 수 집계자료를 이용하여 다항로짓모형을 추정하여 운임변화에 따른 수단분담률의 변화를 반영하여 수단별 통행 수요량과 운행횟수의 균형점을 도출하여 철도운영기관의 관점에서

적정운임수준과 사회적 관점에서의 적정운임수준을 추정하였다. 철도운영기관의 관점에서 적정운임은 고속철도의 이익변화만을 고려하는 경우와 고속철도와 일반철도 모두 고려하는 경우 둘 다 고속철도 현재 운임의 145%인 69,745원이며, 운영기관의 이익변화는 각각 72,208천원/일, 84,724천원/일의 이익을 얻는 것으로 나타났고, 일반철도의 이익도 고려했지만 같은 운임으로 도출된 것은 고속철도 운임에 대한 일반철도 수요의 교차탄력성이 비탄력적이기 때문인 것으로 볼 수 있다. 사회적 관점에서 고속철도의 적정 운임수준은 31,265원으로 현재 운임의 65% 수준인 것으로 추정되었으며, 통행자 편익을 증가시키는 정책이 필요하다고 제시하였다.

김범식(2013)은 경춘선의 ITX-청춘을 사례로 광역전철의 적정요금 수준을 추정하기 위하여 대상지역을 4개의 존으로 간단하게 표현하고 경로를 함께 고려한 통행 수단을 6가지로 하고, 단순 요율에 의한 요금산정이 아닌 요금의 추정방법을 휴리스틱 방법을 적용하여 운영자, 정부, 사회적 관점에서의 편익의 변화를 살펴봄으로써 적정 요금수준을 추정하였다. 결론에서 현재 요금수준의 510%까지 증가하는 운영자의 관점에서 요금 추정은 사회적으로 용인되기 어려운 수준의 요금이라 하였고, 사회적 관점에서 기본요금에서 30% 인하한 요금이 통행자 후생의 변화와 철도 보조금의 변화가 가장 큰 영향력을 보이며 외부비용과 보조금, 유류세 등이 모두 사회적 편익 산정에 유의미한 영향력을 끼치게 되며 현재 적정한 수준의 요금으로 운행이 되고 있다고

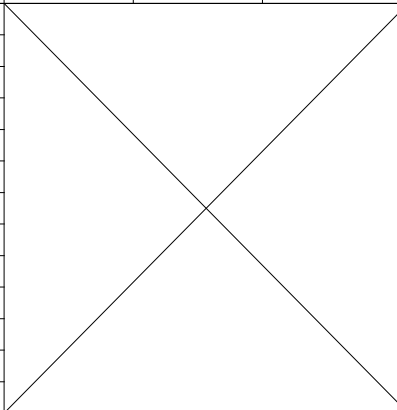
하였다.

국내 연구에서 대중교통의 보조금과 관련된 연구는 현 대중교통 정책의 문제점 지적, 정책적 제언 혼잡통행료에 초점을 둔 대중교통 보조금을 추정하는 연구였다.

2) 국외 선행 연구

Glaister and Lewis(1978)는 영국의 대중교통 요금정책에 관한 연구에서 승용차와 버스, 전철 세 가지 수단에 관하여 peak, off-peak 시간대로 나누어 'second best' 방식으로 한계비용, 요금, 보조금, 교통량, 승객 mile을 고려하여 다섯 가지 case로 나누어 살펴보았고, 현재 연간 150만 파운드의 보조금과 교통량은 적당한 수준이라고 결론지었다. 그 후 Glaister(1984)는 1983년 영국의 높은 보조금에 관해 대중교통 수요와 도로교통 수요와 도로의 교통 정체, 대중교통과 도로교통의 이용자 비용 모두를 동시에 고려할 수 있는 방정식을 포함한 'computer model'을 개발하여 보조금을 추정하였다. 그 후 Dodgson and Topham(1987)이 Glaister(1984)의 모형을 단순화해 호주 대도시에도 적용하였다.

<표 II - 0> 영국과 호주 선행연구의 결과(Glaister, Dodgsons)

City(Bus systems unless otherwise indicated)	Benefit–Cost Ratio For		Changes to Balance Fares and Service Levels		Benefit–Cost Ratio at Balance Point
	Reduced Fares	Increased Service Levels	Fares	Service Levels	
Birmingham	1.21	1.41	+5%	+4%	1.24
Leeds	1.29	0.81	–24%	–13%	1.18
Manchester	1.33	0.71	–23%	–17%	1.19
Liverpool	1.31	1.15	–6%	–3%	1.26
Sheffield	1.03	1.03	0	0	1.03
London–bus	2.12	0.37	–28%	–31%	1.28
London–subway	1.26	1.79	–11%	+19%	
Sydney	1.43	0.37			
Newcastle		0.46			
Melbourne		0.32			
Brisbane		0.53			
Adelaide		0.43			
Perth		0.47			
HObart		0.48			
Canberra		0.48			
Sydney–rail	1.25	0.39			
Melbourne–rail	1.25	0.27			
Brisbane–rail	1.33	0.53			
Adelaide–rail	1.55	0.43			
Perth–rail	1.55	0.26			

Savage and Schupp(1997)는 Dodgson의 업적을 따라 미국 Chicago의 대중교통에 대하여 요금 수준을 낮추거나 서비스 수준을 개선하기 위한 보조금의 사용을 사회적 후생의 관점에서 모형을 이용하여 추정한다. Dodgson과 달리 사회적 후생에도 초

점을 맞춘 이 모형은 주중 peak와 off-peak 시간대와 토요일, 일요일의 네 가지 시간대와 버스와 전철 두 가지 수단에 관하여 수행하여 요금과 서비스 수준의 변화에 따른 교통수요와 비용, 사회적 후생을 추정하였고, 그 결과 서비스 수준이 31% 낮춰지는 것과 요금이 59% 낮춰지는 것에서 요금과 서비스 수준의 균형점이 있다고 하였으며, 보조금은 off-peak와 주말 시간대의 버스요금을 낮추는 데에 사용되어야 한다고 했으며 전철의 요금과 버스 서비스 수준은 전반적으로 설득력이 있는 체계라고 보았으며 전철의 서비스 수준은 주중 모든 시간이 높고 peak 시간대와 일요일에 특히 너무 높다고 지적하였다.

Parry and Small(2009)은 peak와 off-peak 시간대에 전철과 버스의 적정 요금에 관하여 교통정체, 오염, 사고, 규모 경제 그리고 대중교통 운영기관을 파라미터 값으로 사용하여 워싱턴DC, 로스앤젤레스, 그리고 런던에 적용하여 한계 후생 효과와 적정 보조금을 추정하였다.

Parry and Timilsina(2010)는 분석 시뮬레이션 모형을 이용하여 Mexico City의 대중교통 적정 요금을 추정하였다. 모형은 승용차, 소형버스, 대형버스, 전철의 네 가지 수단과 지역과 지구적 대기오염, 교통 정체, 도로 교통사고의 외부성을 포함한다. 연구의 결과로 적정 유류세는 gallon당 2.72달러 또는 현재 세금의 16배로 추정되었고, 통행료는 가장 큰 외부효과인 교통 정체를 완화할 것이라 했으며 적정 통행료는 mile당 20.3센트이다.

3. 선행연구의 시사점

대중교통 보조금의 적정 수준에 관한 기존 국내 연구는 운영자의 관점에서 주로 요금제도의 새로운 시행방안 또는 개선안, 대중교통 이용 제고방안, 대중교통 서비스 현황과 문제점 파악 등의 평가로써 대중교통 정책에 대한 개선점을 제시하는 방향 그리고 사회적 관점에서 교통수단의 운임, 운영정책에 관한 연구는 주로 혼잡통행료, 버스전용차로제 등과 같은 도로부문을 중점으로 많은 연구가 진행되어 왔다.

기존 국외 연구는 대중교통에 지원되는 보조금에 관하여 그 보조금의 정도가 정당한지, 그렇지 않다면 어느 정도가 적절한 수준인지를 파악하는 방법론적인 연구가 있었고, 연구의 구성은 각각의 실정에 맞게 다양한 요소를 고려하여 설계되었다는 점을 알 수 있었다.

이에 본 연구에서는 기존의 도로부문 중점의 연구와 대중교통의 효율성만을 논하는 국내의 연구를 벗어나 국외에서 행해지고 있는 사회적 관점에서 사회적 후생이 최대가 되는 대중교통 보조금의 적정 수준을 추정하는 국내 실정에 적용될 수 있는 방법론을 제시하고 적용시켜 적정 보조금 수준을 분석 할 것이다. 보조금의 정도가 논란이 되고 있는 현시점에서 승용차, 버스, 도시철도, 택시의 다양한 수단과 자료를 이용하여 대중교통 보조금의 변화로 인해 변화할 수요와 그에 따른 수단들의 수요변화를 분

석하여 사회적 후생이 극대화 되는 대중교통 보조금의 적정 수준을 추정할 것이다. 즉, 명목적으로 명시되어 있는 보조금의 정도가 아닌 사회 전체의 관점에서 적정 수준의 요금이 얼마가 되는 것이며, 그것을 정확하게 추정할 수 있도록 하는 방법론을 제시하는 유의미한 연구가 될 것이다. 또한 보조금에 사용되는 재원이 되는 세수의 변화에 따른 자중손실을 고려한다는 점에서도 의의가 있을 것이다.

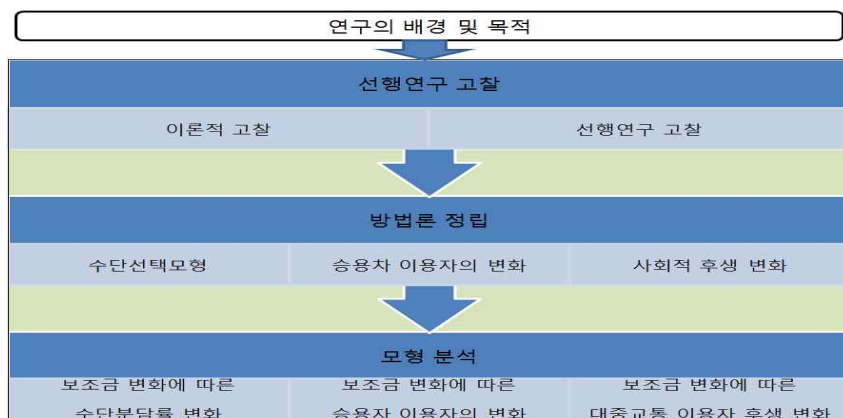
Ⅲ. 방법론의 정립

1. 방법론의 개요 및 가정

1) 방법론의 개요

대중교통 보조금의 적정 수준을 추정하기 위해 승용차, 시내버스, 도시철도, 택시 4개의 교통수단을 대상으로 수단분담모형을 이용한다. 모형은 각 수단의 통행시간, 통행비용, 행적구역더미, 지하철역 더미, 환승횟수로 구성이 되고, 보조금의 변화에 따른 운임변화와 그에 따른 수단선택의 변화를 Emme3 프로그램을 이용하여 도출 할 것이다. 그리고 도로의 승용차 이용자의 변화를 통해 대중교통을 사회적 관점에서 사회적 후생을 최대화 하는 운임을 추정하여 보조금의 적정 수준을 추정할 수 있다.

<그림 Ⅲ-1> 연구 진행순서



2) 방법론의 가정

(1) 대중교통에 공급에 대한 가정

대중교통 보조금 변화에 따라 요금이 변하고 수단분담률이 변하더라도 새로운 도로의 증설이나 건설, 대중교통의 배차간격, 운행횟수 등의 공급은 고정된 것으로 가정한다. 그리고 대중교통 운영비용 역시 수요에 따른 공급의 변화가 없는 것으로 가정하므로 불변이라고 가정한다. 이는 대중교통이용실태 조사에서 대구광역시 대중교통의 혼잡도를 미리 알아보았을 때, 보조금의 차등 지급에 따른 요금의 변화에 따라 대중교통으로의 승용차 및 택시 통행자의 수단 변화가 있음에도 그 공급량이 구애받지 않을 것이라는 이유 또한 뒷받침이 되는 가정이다.

(2) 통행수단에 대한 가정

이용 가능한 수단은 승용차, 시내버스, 도시철도, 택시의 4개의 교통수단으로 한정한다. 본 연구는 도시 내부 통행에 관한 연구이므로 시외버스, 고속버스, 일반철도, 고속철도와 항공과 같은 도시 간 교통수단은 고려하지 않는다.

(3) 승용차 통행에 대한 가정

승용차의 통행비용은 일반적으로 유류비와 엔진오일비, 타이

어 마모비, 유지관리비, 감가상각비, 유료도로에서 발생하는 통행료 등을 고려하나, 본 연구에서는 유료도로에서 발생하는 통행료는 제외하고 고려하며, 승용차, 택시의 감가상각비는 수단 변화에도 장·단기적으로 운행비용과는 무관할 것으로 보여 제외하여 고려한다.

(4) 시내버스 통행에 대한 가정

대중교통 보조금의 변화에 따른 이용자의 수단 선택의 변화를 살펴보기 위해 이용하는 Emme3에서 시내버스는 Transit 자료의 한계로 공로에 배정한다.

(5) 다항로짓모형 효용함수의 가정

본 연구에서는 2012년 대구시의 교통 패턴을 보다 현실성 있게 반영하기 위하여 효용함수의 상수값을 배포된 2012년 O/D와 가장 유사한 형태의 수준으로 조절하여 분석에 이용한다.

(6) 대중교통 보조금에 대한 가정

대중교통 보조금의 재원에 관하여 본 연구에서는 세금 이용의 우선순위 등을 고려하는 것보다 세금을 더 징수한다는 가정으로 하며, 세금의 징수에 따른 자중소실(사중손실)의 정도를 적용한

다.

(7) 연구 분석 패턴에 대한 가정

본 연구에서는 교통 이용 패턴에 관해 분석 시 첨두와 비첨두를 구분한다. 그것은 대구광역시 주요 가로와 외곽지의 코든라인 속도 조사 결과를 보았을 때, 하루 중오전(07~10시)과 오후(17~21시) 첨두와 낮(12~15시) 비첨두 시간대의 도로 교통의 속도 차이가 명확하여 구분하여 분석한다. 첨두집중률은 최근의 대구광역시를 대상으로 한 KDI의 예비타당성 조사에 이용된 것을 사용하였으며, 가장 대구의 현 교통 패턴의 반영이 가능하다고 보였기 때문이다. 첨두는 7.4% 비중에 4시간 지속이며, 비첨두는 4.3% 비중에 16시간 지속이다.

2. 수단선택모형

1) 기본 형태

교통수단의 시장분담을 모형화 하는데 많이 쓰인다. 교통수단의 선택에 있어 닫힌 형태(Closed form)를 띄고 계산이 용이한 확률선택모형 기반인 다항로짓모형(Multinomial Logit Model)을 널리 이용하고 있다. McFadden에 의해 이론적으로 개발되고 발전된 로짓모형은 효용함수 중 확률적 효용 ϵ_{ij}^m 의 분포가 겹블 분

포(Type I extreme value distribution)를 따른다는 점에서 균일 분포를 따르는 선형확률모형, 정규분포를 따르는 프로빗 모형과 다르다. 겐블 분포는 일상적으로 발생하지 않는 사건에 대한 예측을 위해 개발되었으며, 정규분포에 비해 확률밀도함수의 끝 부분이 넓어 극단값의 예측이 가능하며 무엇보다 계산이 쉬운 장점이 있다.⁵⁾

본 연구에서도 수단선택모형으로 계산이 쉽고 직관적인 선택 확률 모형 중 하나인 다항로짓모형을 기본 모형으로 사용하였다. 다항로짓모형을 이용해 개인이 수단 m 선택할 확률은 아래와 같이 나타낼 수 있다.

$$P(K) = \frac{e^{U_K}}{\sum_i^n e^{U_i}} \quad (\text{식 III-1})$$

여기서, $P(K)$: 특정수단 K를 선택할 확률

U_K : 수단 K의 효용

U_i : 수단 I의 효용

n : 수단의 수

5) 한국개발연구원(2008), “도로·철도 부문 사업의 예비타당성 조사 표준지침 수정·보완 연구(제5판)” 인용

2) 효용함수의 설정

효용함수는 크게 결정적 효용함수와 확률적 효용함수로 구분할 수 있으며 결정적 효용함수는 수단의 특성을 나타낼 수 있는 함수, 확률적 효용함수는 확률분포의 가정에 의해 이루어진다.

본 연구에서 이용한 수단선택모형은 KDI의 도로·철도 부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제5판)에서 제공된 것을 사용한다. 효용함수는 (식 III-2)와 같은 형태를 띈다.

$$U_{ijk} = \alpha_1 (T_{TIME})_{ijk} + \alpha_2 (T_{COST})_{ijk} + Dummy + (\text{상수항})_k \quad (\text{식 III-2})$$

여기서, U_{ijk} : 수단 k의 교통존 i와 j 간의 효용함수

$(T_{TIME})_{ijk}$: 수단 k의 교통존 i와 j 간의 총통행시간

$(T_{COST})_{ijk}$: 수단 k의 교통존 i와 j 간의 총통행비용

$Dummy$: 상수항 이외 설정한 더미변수

α_1, α_2 : 파라미터

3. 대중교통 보조금 변화에 따른 사회적 후생 변화

본 연구에서는 대중교통 보조금의 변화를 통하여 사회적 관점에서 후생이 극대화 되는 운임을 알아보고 그에 따른 적정 수준의 보조금을 알아볼 것이다. 연구의 사례지역 이외에 다른 지역

에도 적용이 용이하도록 각 수단에 대한 수입으로는 대중교통 운임에 의한 수입만을 고려한다. 우선 대중교통 운임은 기준에서 100원 단위로 요금을 변화시켜 해당 요금에 따른 보조금이 적절한지 논의한다. 사회적 후생 변화는 차량운행비용, 통행시간비용, 교통사고비용, 대기오염비용, 소음비용, 대중교통 보조금의 변화를 통해 산출한다.

$$\Delta SW = VOCS + VOTS + VACS + VOPCS + VONCS - VOSS$$

여기서, ΔSW : 사회적 후생 변화 (식Ⅲ-3)

$VOCS$: 차량운행비용 변화

$VOTS$: 통행시간비용 변화

$VACS$: 교통사고비용 변화

$VOPCS$: 대기오염비용 변화

$VONCS$: 소음비용 변화

$VOSS$: 보조금 변화에 따른 자중손실

1) 차량운행비용의 변화

대중교통 보조금이 변하면 운임이 변하고 그에 따라 수단선택이 달라질 것이다. 즉, 차량 이용자의 도로 수요 또한 변화할 것이다. 이는 교통수요의 변화를 측정하는 프로그램인 Emme3를

이용하여 보조금에 따른 대중교통 요금별 수단선택이 표현된다. 기준연도는 2012년이며, 자료는 KTDB에서 제공된 Network 및 O/D 자료를 이용한다. 승용차와 택시는 유류비, 엔진오일비, 타이어 마모비, 유지 관리비를 총비용으로 가정하며, 상대적으로 변화가 없을 것으로 예상되는 차량비용과 보험료 등은 제외되는 것으로 가정하고 감가상각비는 이용의 변화와 관계없을 것으로 예상하여 제외하였다. 차량운행비용 변화는 도로철도 부문사업의 예비타당성조사 표준지침에 제시된 차종별·속도별 운행비용표(2007년)를 기준으로 소비자 물가지수를 반영하여 2012년 기준으로 산정하여 회귀식으로 산출하여 차량 이용자의 수단 선택 변화에 따른 차량운행비용을 (식 III-4)과 같이 산정하여 수단 선택의 변화 전·후를 비교하여 운행비용의 변화를 알아본다.

$$VOCS = VOC_{\text{요금변화전}} - VOC_{\text{요금변화후}} \quad (\text{식 III-4})$$

여기서,
$$VOC = \sum_l \sum_{k=1}^4 (D_{lk} \times VT_k \times 365)$$

$$D_{lk} = \text{링크별}(l), \text{차종별}(k) \text{ 대} \cdot \text{km}$$

$$VT_k = \text{차종별}(k) \text{ 해당 링크 주행속도의 km당 차량운행비용}$$

$$k = \text{차종} \quad (1 = \text{승용차}, 2 = \text{택시}, 3 = \text{버스}, 4 = \text{화물차})$$

2) 통행시간비용의 변화

대중교통의 보조금이 변화하면 대중교통 운임이 변화하고 그에 따라 수단 선택과 통행경로, 통행속도 등의 변화를 가져온다. 이와 같은 변화는 해당 교통시설을 통행하는 통행자는 물론 주변 교통 네트워크를 이용하는 통행자의 통행시간에도 영향을 미친다. 즉, 도로 위의 버스와 차량속도가 향상되면서 운전자 및 승객의 통행시간이 절감되고, 통행자는 절감된 시간을 다른 목적에 활용할 수 있게 된다. 이러한 통행시간 절감에 따른 편익은 통행시간 가치에 의하여 결정된다. 여기서 절감되는 시간이 어떤 목적에 사용될 것인가에 따라 통행시간 절감 편익은 달라진다. 업무통행의 경우 통행시간 절감분은 그만큼 업무시간의 증가, 곧 생산 활동을 위한 시간의 증가분이 되고, 비업무통행의 경우에는 여가 활동을 위한 시간의 증가분이 된다. 업무통행과 비업무통행으로 구분하고 각 통행목적에 따라 상이한 시간가치를 적용하도록 하고 있다.

본 연구에서의 통행시간 가치는 도로·철도 부문 사업의 예비 타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제5판)의 대구 광역권 차량 1대당 평균 통행시간 가치(2007년)을 CPI를 적용하여 2012년 기준으로 산정하여 사용 한다.

따라서 통행자의 통행시간 절감에 따른 편익은 링크 교통량을 기준으로 산정하며, 통행배정 작업의 결과로 산출된 직접 영향권 내 링크의 각 수단별 통행시간과 교통량의 곱을 이용하여 통행

시간 절감 편익을 산정한다. 즉, 보조금의 변화에 따른 링크의 각 수단별 총통행시간에 통행시간가치를 적용하여 총통행시간비용을 각각 산출한 후 비교하여 편익을 산정하며, 계산식은 다음 (식Ⅲ-5) 과 같다.

$$VOTS = VOT_{\text{요금변화전}} - VOT_{\text{요금변화후}} \quad (\text{식 Ⅲ-5})$$

$$\text{여기서, } VOT = \left\{ \sum_l \sum_{k=1}^5 (T_{kl} \times P_k \times Q_{kl}) \right\} \times 365$$

T_{kl} = 링크 l 의 차종별, 인별 통행시간

P_k = 차종별, 인별 시간가치

Q_{kl} = 링크 l 의 차종별, 인별 통행량

k = 차종(1 : 승용차, 2 : 택시, 3 : 버스, 4 : 화물차), 인(5 : 철도)

3) 교통사고비용의 변화

교통사고란 ‘도로 및 철도, 항공 등의 부문에서 교통수단에 의한 교통 활동 중 사람이 사상하거나 물건을 손상하여 각종 손실을 유발 하는 것’으로 정의한다. 일반적으로 교통사고는 운전자 또는 보행자의 신체적, 심리적 조건 및 음주 등 인적요인, 차량요인, 도로구조 및 교통안전시설 등의 도로의 물리적 요인, 자연·교통·사회·구조 등 환경적 요인 또는 이들 상호간의 복합적 관계

에 의해서 발생한다. 교통사고 비용은 ‘교통사고로 발생한 모든 경제적 손실을 부담주체와는 상관없이 화폐 가치로 환산한 것’을 의미한다. 교통사고 비용에는 의료비용, 교통사고 피해자의 생산 손실비용, 물질적 피해비용, 정신적 피해비용, 경찰 및 보험회사의 교통사고처리비용과 법적인 문제가 야기된 경우의 법정 비용 등 행정비용이 포함된다. 따라서 교통패턴의 변화는 교통사고의 증감을 가져오고 교통사고비용의 변화를 가져온다.

본 연구에서는 대구 광역권 내의 통행을 대상으로 하는 변화를 알아보기 때문에 철도의 사고비용은 고려하지 않으며, 도로에서의 교통사고 건수 및 사상자수와 교통사고 비용의 원단위를 2012년 기준으로 산정하여 계산한다. 즉, 여기서 교통사고비용은 주행거리(억대-km)에 따른 교통사고 발생비율과 교통사고 비용의 원단위를 이용해 산출 가능하다. 사고비용은 교통량이 늘어날수록 증가하게 되며 부정적 외부효과라 할 수 있다. 국내에서 수집·이용하고 있는 자료는 도로부문, 철도부문 교통사고 발생비율과 교통사고비용 원단위이며 본 연구에서는 도로부문의 사고비용을 적용하도록 한다. 사고비용의 경우 아래와 같은 과정을 거쳐 계산할 수 있으며, 보조금의 변화에 따른 차이를 산정하여 교통사고비용 절감 편익을 산출한다. 철도부문의 교통사고는 지역 간 철도 통행은 고려하지 않는 것과 지하철 승객의 증감은 수단 선택 변화 전체에서 매우 미미하고 그 사고 발생을 또한 미미하여 고려하지 않는 것으로 한다.

$$VACS = VAC_{\text{요금 변화 전}} - VAC_{\text{요금 변화 후}} \quad (\text{식 III-6})$$

$$\text{여기서, } VAC = \sum_{t=1}^3 \sum_{s=1}^2 (A_{ts} \times P_s \times VL_{ts})$$

A_{ts} = 도로· 사고유형별 1억대· km 당 교통사고 사상자수

P_s = 사고유형별 사고 비용

VL_t = 연간 도로유형별 억대· km

t = 도로유형 (1: 고속도로, 2: 일반국도, 3: 지방도)

s = 사고유형 (1: 사망, 2: 부상)

4) 대기오염비용의 변화

대기오염비용은 사고비용과 마찬가지로 부정적 외부효과 중 하나이다. 이는 차종과 속도, 배출계수의 함수로 이루어지며 교통량이 늘어날수록, 통행속도가 감소할수록 증가하게 된다. 본 연구에서는 도로부문의 대기오염비용만을 적용하도록 하며, 도로·철도 부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제5판)에서 제시된 차종별·속도별 대기오염비용(2007년 기준)을 이용하여 CPI를 적용하여 2012년 기준으로 환산 후 회귀식으로 산출하여 링크의 각 교통수단별 주행속도와 교통량을 이용하여 대기오염비용을 산정하여, 보조금의 변화에 따른 전·후를 비교한다. 대기오염비용의 변화는 아래의 식으로 계산된다.

$$VOPCS = VOPC_{\text{요금 변화 전}} - VOPC_{\text{요금 변화 후}} \quad (\text{식 III-7})$$

$$\text{여기서, } VOPC = \sum_l \sum_{k=1}^4 (D_{lk} \times VT_k \times 365)$$

D_{lk} = 링크별(l), 차종별(k) 대 · km

VT_k = 차종별(k) 해당 링크 주행속도의 km당 대기오염비용

k = 차종 (1= 승용차, 2=택시, 3= 버스, 4= 화물차)

5) 소음비용의 변화

소음에 관한 편익의 측정은 직접적인 소음도 실측이 어렵기 때문에 수단분담 변화 전·후 모두 소음예측식을 통한 추정방법을 적용하는 것이 현실적이다. 도로소음 예측식은 도로의 수준에 따라 다양한 예측식이 이용되며, 크게 일반도로(국도 및 지방도 등)와 고속도로에 대한 예측식이 별도로 제시된다. 일반도로에 대한 소음예측식은 다시 도로단에서 10m 이내 지역의 소음과 도로단에서 10m 이외 지역의 소음도로 구분되어 적용된다. 소음예측식은 국립환경연구원에서 제시한 도로 구분에 따른 예측식이 분석의 적용에 이용될 것이며, 소음비용의 원단위는 도로 및 철도사업의 소음비용 추정을 위해 공통적으로 적용되는 것으로서, 도로 및 철도사업의 소음피해비용 절감편익은 앞서 구간별로 도출한 예측소음도 증·감량에 동 원단위를 도시부와 지방부별로 곱하여 구간 전체를 합산하여 계산한다.

$$VONCS = VONC_{\text{요금변화전}} - VONC_{\text{요금변화후}} \quad (\text{식 III-8})$$

여기서, $VONC = \sum_i \sum_j (P \times l_{ij} \times L_{ij})$

P : 소음비용의 원단위

l_{ij} : 대상노선 연장길이

L_{ij} : 예측소음도

i : 도로 및 철도 구분(일반도로, 고속도로, 일반철도, 고속철도 등)

j : 영향권 내 개별링크

6) 대중교통 보조금의 변화

통행자는 교통수단을 이용할 때 이용에 대한 대가로 비용 혹은 요금을 지불하지만 통행비용이 수송원가와 반드시 일치하지는 않는다. 대중교통의 요금수입이 수송원가보다 높을 경우 승객이 많아질수록 대중교통의 수입이 증가하고 이 수입은 대중교통 운영기관의 수입이 된다. 반대로 대중교통의 요금수입이 수송원가보다 낮을 경우 승객이 많아지면 대중교통 보조금이 증가하며 사회적 관점에서 봤을 때 부정적인 영향을 끼친다. 그러나 대부분의 경우 운영비용과 요금수입이 다르므로 이를 고려해 반영해 주어야 한다. 운영비용과 요금수입의 차이를 반영해 주기 위해 사회적 관점에서선 교통수단에 대한 보조금을 빼주며 교통수단별 보조금은 대중교통 수단의 요금수입에 따라 운영비가 변하지 않

으므로 요금수입의 차이가 보조금이라고 볼 수 있다.

그러나 요금수입의 차이만이 단지 보조금이라 보기는 어렵다. 그것은 보조금의 변화에 따른 사회적인 왜곡 현상이 발생하기 때문에 이러한 변화는 자중손실(dead-weight loss, 사중손실, 하버거의 삼각형 등)을 가지게 되며, 실질적인 사회적 후생의 측정에는 자중손실의 정도가 고려되어야 한다. 자중손실에 따른 변화(VOSS) 값은 다양한 선행 연구에서 자중손실에 관해 측정한 결과를 바탕으로 국내 실정에 맞는 값을 적용한다. 보조금의 증감에 따른 자중손실은 아래의 식과 같이 구한다.

$$VOSS = \mu(VOS_{\text{요금변화전}} - VOS_{\text{요금변화후}}) \quad (\text{식 III-9})$$

여기서, $VOS = T_p Q_p$: 대중교통 요금 수입

μ = 교통세수의 사회적 한계가치 - 1

T_p : 대중교통 요금

Q_p : 대중교통 수요

IV. 자료의 구축

1. 연구 대상지역

본 연구의 기준연도는 2012년이며, 대상지역은 대중교통의 보조금이 도로 이용자와 대중교통 이용자의 수단선택에 미치는 영향을 파악하고, 그에 따른 적정 수준의 보조금을 추정하는 것이 목표이기 때문에 대구광역시 내부 통행으로 한정한다. 대상지역의 통행량은 KTDB의 2007년 교통분석용 대구광역시 개별 수단 O/D를 이용하여 2012년 기준으로 보간법을 이용하여 보정하여 이용하며, 지역 간 통행은 고려하지 않기 때문에 시외버스, 항공, 지역 간 철도 통행은 반영하지 않았다.

2. 연구 대상지역의 기초 자료

연구의 대상지역은 대구광역시며, 분석기준연도는 2012년이다. 기준연도 대구광역시 총 면적은 883.68km²이며, 행정구역은 8개 구·군, 195개 법정동, 143개 행정 읍·면·동으로 이루어져 있다.

통계청의 시군구별 주민등록인구를 기준으로 한 2012년 대구광역시의 인구는 2,527,566명이며 최근 6년 간 연평균 0.12%가 증가하였다. 인구 증가는 2009년에서 2010년 사이에 급격히 이루어졌다. 2012년 대구광역시의 총 학생 수는 526,440명으로 최근

6년 간 연평균 증가율은 -1.75%로 감소추세에 있다.

2012년 대구광역시의 총 사업체 수는 192,600개이며 3차 산업인 서비스업이 84.2%를 차지한다. 총 종사자수는 833,836명으로 최근 6년 간 연평균 2.67%의 성장세를 보이고 있다.

대구광역시의 자동차 등록대수는 2012년 1,010,065대이며 연평균 2.77%의 성장세를 나타내며 매년 증가하는 추이를 보이고 있다. 세부사항은 <표IV-1> 과 같으며, 대구광역시 도심교통량의 차종비율은 승용차 79.1%, 버스 7.6%, 화물차 13.3%로 승용차의 비율이 가장 높다. 시간대별 교통량은 하루 중 오전 08~09시 교통량이 가장 높게 나타났으며, 새벽 3~4시가 가장 낮게 나타났으며, 대상지역 교통량은 오전 07~08시 교통량이 가장 높게 나타났

<표IV-1> 대구광역시의 자동차등록대수 추이

(단위 : 천대, %)

구분	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년	2012년	연평균 증가율
대구 광역시	881	889	909	949	985	1,010	2.77
전국	16,428	16,794	17,325	17,941	18,437	18,871	2.81

자료 : 대구광역시, 「대구광역시통계연보」, 2013

대구광역시 내 도로의 구성은 자동차전용도로는 신천대로, 일부구간이 자동차전용도로는 범안로, 동북로가 있으며, 또한 주요 간선도로는 달구벌대로, 동대구로, 중동로 등의 도로로 구성되어 있다. 대구광역시 도로망 현황은 <표Ⅳ-2> 과 같다.

<표Ⅳ-2> 대구광역시의 도로망 현황

(단위 : km)

구분		고속도로	일반국도	특별·광역시도	지방도	시군도	합계
대구광역시	2007	97	108	1,935	15	135	2,298
	2008	97	108	2,000	15	136	2,376
	2009	97	108	2,029	15	143	2,392
	2010	97	108	2,073	15	143	2,436
	2011	98	108	2,097	15	143	2,461
	2012	98	108	2,028	12	158	2,404

자료: 통계청, 「시·도별 도로현황」, 2007~2012

2012년 대구광역시 용도지역별 토지이용 현황은 주거지역 7,043km², 상업지역 848km², 공업지역 1,701km², 녹지지역 5841km²로 주거지역이 가장 많은 비중을 차지하고 있는 것으로 나타났다.

3. 대중교통 운행 현황

1) 대중교통 운행 현황

(1) 시내버스

본 연구에서 고려할 대구광역시 대중교통은 시내버스와 도시철도이다. 시내버스는 2012년 기준 모두 106개 노선으로 운영되고 있으며, 평균왕복 운행거리는 48.0km, 평균왕복운행시간 167.7분, 평균배차간격은 13.8분이다. 시내버스 유형은 급행간선, 간선, 지선, 순환선이 함께 운행되고 있으며, 순환선은 전체 54대가 모두 도시형 버스로 운행 중이다.

<표 IV-3> 대구광역시의 시내버스 운행현황

구 분	노선 수	전 체		평균 왕복 운행거리 (km)	평균 왕복 운행소요시간 (분)	평균 배차간격 (분)
		대수 (대)	비율 (%)			
급행간선	3	55	3.3	63.2	177.7	10.5
간 선	67	1,233	74.4	53.5	189.0	12.0
지 선	32	219	13.2	33.4	114.8	19.7
순환선	4	54	3.3	32.6	123.0	10.8
예 비	—	97	5.9	—	—	—
계(운행)	106	1,561	94.1	48.0	167.7	13.8

자료 : 『대구광역시 BMS, 차량정보관리』, 『대구광역시 내부자료』

<표 IV-4> 대구광역시의 시내버스 수송인원 추이

구분		등록대수	수송인원		
			연간(천명)	1일(명)	1일 대당(명)
대구광역시	2007	1,561	261,820	717,315	459
	2008	1,561	277,050	759,041	486
	2009	1,561	285,306	781,660	501
	2010	1,561	293,184	803,244	515
	2011	1571	294,260	806,191	516
	2012	1561	288,224	789,655	506

(2) 도시철도

도시철도는 1, 2호선이 56개 역으로 운행 중이며, 1997년 11월 1호선 1단계 구간이 개통되었고 1998년 5월 1호선 전구간이 개통되었다. 그리고 2005년 10월 2호선이 개통되어 총 53.9km가 운영 중이다. 또한 2호선의 경산시 지역의 3개역이 신설되어 2012년 9월에 완공되어 개통되었다. 현재 대구광역시에는 대구광역시 주요지역을 경유하는 지하철 1호선과 지하철2호선 총 연장 57.3km이며, 2012년 기준 총 수송인원은 연간 126,475천 명에 이르고 월평균 수송인원은 10,540천 명에 이르고 있다. 다음의 표 IV-5, 표 IV-6은 2012년 대구광역시 지하철 운행 현황과 지하철의 일평균 수송인원 추이를 나타낸 것이다.

<표 IV-5> 대구광역시의 도시철도 운행현황

구 분	영업구간			운행열차		운행시간	
	구간	연장 (km)	역수	차량수	편성수	표정속도	운행시격(분)
1호선	대곡~ 안심	25.9	30	204	34(6량/ 편성)	30.8	R5.0 N7.0
2호선	문양~ 사월	28.0	26	180	30(6량/ 편성)	34.3	R5.0 N7.0
계	—	53.9	56	384	64	—	—

자료 : 대구도시철도공사

주:1. 표정속도 : 정차시간을 포함한 열차운행속도(정차시간 제외 - 표준속도)

2. 운행시격 : R-Rush hour(혼잡시간), N-Normal hour(평상시간)

3. 대구 지하철 2호선 추가 연장 3개역(경산시)은 2012년 9월 완공

<표 IV-6> 대구광역시의 도시철도 일평균 수송인원 추이

(단위: 명)

구분		2007년	2008년	2009년	2010년	2011년	2012년
연 도 별	합 계	294,248	302,555	306,246	315,537	332,255	346,510
	1호 선	166,024	168,424	166,756	170,595	179,696	183,789
	2호 선	128,224	134,131	139,490	144,942	152,559	162,721

자료 : 대구도시철도공사

2) 대중교통 운행비용

(1) 시내버스

시내버스는 2012년 기준 26개 운수회사가 총 1658대를 보유하고 있으며, 사고나 고장 등 긴급 시에 대비한 예비차량이 97대 (5.9%)이므로 2012년 기준 운행되고 있는 차량은 1,561대이며, 2011년부터 운행 버스는 모두 천연가스 버스이다. 시내버스 보조금의 재원은 중앙정부 6.6%, 지방정부 93.4%이다.

<표 IV-7> 대구광역시의 시내버스 운임체계

구분(단위: 원)		일반 (19세이상)	청소년 (13~18세)	어린이 (6~12세)
일반버스	카드	1,100	770	400
	현금	1,200	900	500
급행버스	카드	1,450	1,010	650
	현금	1,600	1,200	800

자료 : 대구광역시

<표 IV-8> 대구광역시의 시내버스 운행비용(2012년)

구분	연간	1일 대당
운행비용	3,162 억원	554,965 원
운수수익	2,403 억원	422,023 원
재정지원금	759 억원	133,213 원
비용회수율	76.0%	

<표 IV-9> 대구광역시의 시내버스 1일 대당 표준운송원가

(단위 : 천원)

구 분	운행차량				미운행차량			
	일반		좌석		일반		좌석	
	경유	CNG	경유	CNG	경유	CNG	경유	CNG
표준운송 원가	621	556	621	553	95	100	95	98

자료 : 대구광역시 내부자료

(2) 도시철도

2012년 기준 연간 도시철도 이용객수는 126,475 천명이다. 다음의 표는 기준년도 대구시 도시철도 운임체계와 운영비용 및 재정지원금을 나타낸 것이다.

<표 IV-10> 대구광역시의 도시철도 운임체계

승차권 종류			고객운임(원)	비고
교통카드	선불형	일반	1,100	19~65세
		청소년	770	13~18세
		어린이	400	6~12세
	후불형	일반	1,100	국민패스카드/BC카드
보통권	일반		1,200	일반/청소년
(토큰형)	할인		500	어린이
우대교통카드/우대권			무임	전액감면

자료 : 대구도시철도공사

<표 IV-11> 대구광역시의 도시철도 운행비용(2012년)

구분	연간	일(1+2호선)
운행비용	2,458 억원	673,446 천원
운수수익	1,609 억원	389,860 천원
재정지원금	849 억원	232,603 천원
비용회수율	65.5%	

자료 : 대구도시철도공사

(3) 대중교통 환승

대구광역시의 대중교통 무료(할인) 환승개념은 도시철도 ⇔ 대구, 경산시내버스(전노선) 환승 시 같아 타는 교통수단의 요금에서 무료 또는 차액만큼을 할인한다. 도시철도 및 버스의 동일노선 탑승 시에는 무료(할인) 환승을 제외하고, 2012년 기준 환승 적용 시간은 최초 버스 승차 후 1시간 이내 또는 최초 지하철 하차 후 30분 이내 환승 시에 적용된다. 환승비율 자료는 2010년 1일 기준의 자료를 이용한다.

<표 IV-12> 대구광역시 대중교통 환승비율

(단위 : %)

구 분	환승 승차		총 승차인원
	버스 ↔ 버스	도시철도 ↔ 버스	
구성비	19.4	4.0	100.0

자료 : 카드넷. 2010년 10월 14일(목) 기준 자료임

4. 수단선택 모형

수단에 대한 수요를 추정하기 위해서는 기존의 연구되었던 비슷한 성격의 효용함수 파라미터를 이용하거나 SP, RP 조사를 통해 파라미터를 추정하여 사용해야 한다. 본 연구에서는 연구 대상 지역의 네 가지의 수단(승용차, 버스, 지하철, 택시)을 연구의 대상으로 다루며, KTDB에서 제공된 예비타당성 조사보고서에 제시된 효용함수와 추정된 계수값을 이용한다. 수단선택모형의 계수 값은 총 목적 통행에 따른 계수 값을 산출한 것이며, 조정된 계수 값은 다음의 <표 IV-13> 과 같다.

<표 IV-13> 대구광역시권 여객 수단선택의 효용함수 파라미터 값

(단위 : 분, 원)

구분	T_{TIME}	T_{COST}	상수항	
			원 추정치	조정치
승용차	-0.02028	-0.00012	0	0
택시			-1.981	-1.5
버스			-1.271	-0.9
지하철			-2.952	-1.9

자료 : 도로·철도 부문사업의 예비타당성 조사 표준지침 수정·보완 연구

주 : 상수항은 조정치가 분석에 적용됨.

5. 사회적 후생 변화 추정 시 적용 자료

1) 차량운행비용

차량운행비용은 도로철도부문 예비타당성 조사 지침에서 제시된 차종별·속도별 차량운행비용을 2012년도에 맞게 보정한 수치를 이용하여 회귀식으로 구성하여 사용한다. 승용차와 택시는 감가상각비를 제외한 유류비와 엔진오일비, 타이어 마모비, 유지관리비를 운행비용 항목으로 하며, Emme3로 산출된 각 보조금에 따른 요금별 교통 패턴의 변화에 따라 해당 속도별 대당승용차 운행비용을 산출하여 승용차 운행거리를 곱하여 계산한다. 단, 승용차의 감가상각비는 앞서 언급한 것과 같이 제외한다. 버스와 트럭은 언급한 항목에 감가상각비를 포함하여 운행비용의 회귀식을 구성한다.

2) 통행시간비용

통행시간 가치는 도로·철도 부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제5판)에 제시된 대구광역권의 차량 1대당 평균 통행시간가치(2007년)를 기준으로 업무·비업무 통행시간 가치를 평균으로 한 후 CPI를 적용하여 2012년으로 산정 후 1인당 평균 통행시간가치로 환산하여 적용한다. 보조금의 변화에 따른 각 수단별 요금별 통행 비용의 변화를 알아보기 위해서 각 수단

별 시간가치와 Emme3에 의해 산출된 요금에 따른 각 수단별 링크별 통행시간을 구하여 총 통행시간을 구할 수 있다. 이것을 이용하여 각 수단별로 2012년 기준 대구 광역권 인당 시간가치를 곱하여 통행 비용의 변화를 알 수 있다. 2012년 대구광역시 각 수단별 1인당 평균 통행시간가치는 승용차 및 택시 8476원, 버스 3768원, 지하철 4698원이다.

3) 교통사고비용

대구광역시 교통사고 건수는 최근 5년간 교통사고사망자수는 지속적으로 감소하고 있지만, 교통사고건수는 연평균 증가율 3.19%로 전국 주요 도시 중 가장 높은 증가율을 보이고 있다. 자료의 기준년도는 2011년이다. 도로 유형별 대/km당 사망자수와 대/km당 부상자수에 CPI를 반영하여 2012년으로 산출하여 PGS를 포함한 사망자 1명당 비용과 부상자 1명당 비용을 이용하여 도로유형별 사고 유형에 따라 산출한다.

<표 IV-14> 도로부문의 교통사고비용 원단위

(단위: 원)

구 분		사망	부상
사상자 1명당	PGS 제외	49,423	598
	PGS 포함	62,145	2,485
사고 1건당	PGS 제외	3,057	
	PGS 포함	4,900	

주: 1) PGS 제외 비용 = 순평균비용(위자료, 장례비, 생산손실비, 의료비 및 기타)+교통경찰비용+보험행정비용

2) 사고 1건당 및 PGS 비용은 2007년 기준비용에 소비자물가지수를 적용하여 2012년 기준으로 보정한 금액임.

3) 부상의 경우에는 PGS 비용 중 가중평균 값을 적용

자료: 1) 도로교통안전관리공단, 『07. 도로교통 사고비용의 추계와 평가』, 2008.

2) 한국교통연구원, 『2005년 교통사고비용 추정』, 2007.

4) 대기오염비용

대기오염은 자동차의 통행에 의해 발생하며 본 연구에서는 대기오염 피해요인 중 일산화탄소(CO), 질소산화물(NOx), 탄화수소(HC), 미세먼지(PM), 이산화탄소(CO₂)를 고려한다. 이들 오염물질은 차량의 종류와 속도에 영향을 받으며 속도가 낮을수록 오염물질을 많이 발생시킨다. 대기오염 물질 배출식의 산정값은 예비타당성 조사 지침에서 제시한 10km/h단위의 차종별·속도별 오염물질 배출계수표를 이용하여 2012년을 기준으로 보정한 후 회귀식을 만들어 Emme3를 이용한 보조금별 교통 패턴의 변화를 이용하여 주행속도에 따른 대기오염비용 원단위를 적용하여 산정한다. 즉, 각 링크의 차종별 교통량과 길이를 곱한 결과를 링크 평균 속도에 기초한 차종별 대기오염비용 원단위와 곱하여 개별 링크의 대기오염비용을 산정한다.

<표 IV-15> 대기오염물질 배출비용의 원단위

(단위 : 원)

오염물질	CO	HC	NOx	PM	CO ₂
비용 (원/kg)	8,090	9,403	9,734	31,780	43.5

자료 : 한국환경정책평가연구원, 「육상교통수단의 환경성비교분석」, 2002

주: 1. CO₂의 대기오염비용 원단위는 철도청(2003)의 「철도투자평가편람」에서 제시된 수치 적용

2. 소비자물가지수를 이용하여 2012년 자료로 보정

5) 소음비용

본 연구에서 소음비용에 관한 편익 측정을 위해 도로 및 철도 부문사업의 예비타당성조사 지침에서 제시한 소음비용의 평균원단위를 CPI를 이용하여 2012년도로 보정하여 이용한다.

<표 IV-16> 소음비용의 평균 원단위

(단위: 원/dB·m·년)

구 분	도 시 부	지 방 부	평균
소음비용의 평균원단위	4,406	1,902	2,242

주: 소비자 물가지수를 이용하여 2012년 자료로 보정함.

6)자중손실

본 연구의 목적에 따라 사회적 후생변화를 측정하기 위해 자중손실을 고려해야 한다. 자중손실은 보조금의 재원이 되는 세수의 변화에 따른 사회적 왜곡을 나타내는 값이다. 즉 조세의 변화로 인해 자원의 합리적인 배분이 왜곡됨으로서 징수하는 세금에 추가하여 초래되는 사회적 비용을 말한다. 자중손실 연구방법론에 있어서는 우리나라의 경우 초기 연구를 제외하고는 주로 일반균형모델이 이용되었고, 외국에서는 부분균형모델과 일반균형모델이 함께 이용되었다.

교통 부문에서 대중교통의 보조금에 관한 세금의 성격이 정확하게 파악되지 않았기에 그 세수의 재원을 고려하여야 한다. 대구광역시 대중교통 보조금은 중앙정부 6.6%, 지방정부 93.4%를 부담하고 있다. 지방정부의 세금은 지방세 수입, 세외 수입, 지방교부세 등이 그 내용이며, 가장 큰 세입인 지방세 수입은 보통세와 목적세 등으로 이루어진다. 보통세는 취득세, 자동차세, 지방소비세, 지방소득세, 담배소비세, 주민세, 레저세, 등록면허세로 이루어지며 가장 큰 부분을 차지하는 보통세가 지방세수의 재원이라 볼 수 있으며 보통세에 해당하는 세금의 자중손실률이 어떠한 정도를 나타내는 성격인지를 파악하여 적용하여야 한다. 보통세에서 2012년 대구광역시의 경우 보통세 내에서 세입은 취득세 38.57%, 자동차세 24.13%, 지방소득세 15.68%, 지방소비세 12.12%, 담배소비세 8.16%의 순이다. 세입의 구조를 보았을 때

대중교통 보조금의 재원이 되는 지방세 중 보통세의 성격은 시민들의 소비세인 간접세의 성격에 가깝다고 볼 수 있다.

자중손실에 관한 선행연구를 살펴보면 소비세제와 소득세제를 비교한 국내외 선행연구를 보면 어느 세목이 더 효율적인지 일의적으로 말하기 어려우며, 세율변화에 따른 자중손실의 변화는 세목, 세율의 변화, 폭, 세율의 절대수준에 따라 다르다. 따라서 본 연구에서는 소비세·물품세·수입세 등 간접세 한계초과부담에 대한 국내·외 선행연구를 바탕으로 자중손실률을 7~17%로 하한선과 상한선을 두어 적용 분석하였다. 자중손실률을 위와 같이 정한 이유는 다음과 같다.

국내의 초과부담에 관한 선행 연구에서 대중교통 보조금의 재원이 되는 간접세 관련 세제의 자중손실률을 살펴보면, 김승래 외 1인(2007)의 연구에서 국내 소비세의 자중손실률은 15.5%로 측정하였다. 또한 허용석 외1인(2013)의 유류세 초과 부담에 관한 연구에서 우리나라 1985~2010년 유류세와 근로소득세의 평균 한계초과부담률은 7.35%, 16.46%로 나타났다.

국외 연구를 보면, 미국의 Browning(1976)의 초과부담에 관한 연구에서 세수 단위당 한계초과부담율이 8~16%의 결과가 보여주는 비슷한 범위 내에 있고, OECD(1997)의 소비세 자중손실률은 17%, Proost and Dender(2008)의 연구에서 자중손실은 세수 단위당 약 15%였다. 유류세 한계 초과 부담율을 18.82%로 측정한 S.-R. Kim(2004)의 연구도 있었다.

마지막으로 자중손실에 관한 실제적 적용은 유럽 각국의 대규모 사회기반시설 계획에서도 찾아볼 수 있다. 유럽 각국의 철도 건설 평가에 대한 B/C 분석의 내용을 살펴보면, 그 재원은 대부분 정부에서 발현되며 철도 건설을 위한 정부의 재정은 직·간접적 세금 징수에 의한 것이다. 여기서 그러한 세수의 확보에서 오는 왜곡을 각국에서는 자중손실의 적용으로 나타내고 있으며, 노르웨이, 스웨덴, 덴마크, 영국 등 국가에서 자중손실을 적용하고 있다. 노르웨이에서는 국채의 자중손실을 20%로 적용하며, 스웨덴에서는 세금 징수에 대한 자중손실을 21%로 적용한다. 또한 덴마크는 국채에 대해 20%, 세금 징수에 대해 17%, 영국에서는 세금 징수에 21%의 자중손실을 실질적으로 분석에 적용하고 있다.

따라서 대중교통 보조금의 세수의 자중손실률은 국내·외 선행 연구의 자중손실률을 고려하여 7~17%의 상·하한선을 설정하여 분석하며 본 연구에서 설정한 상·하한선 중 간접세 성격의 소비세와 같은 세수가 대중교통 보조금의 재원이므로 자중손실률은 상한선인 17%에 가까운 것으로 볼 수 있다.

V. 대중교통 보조금의 적정 수준 추정

1. 개요

본 연구에서는 대중교통의 적정 보조금 수준을 사회적 관점에서 추정한다. 사회적 관점에서는 기준년도인 2012년의 대구광역시 통행자의 편익 및 자중손실 등을 모두 고려한다. 따라서 본 장에서는 III장에서 제시한 모형과 IV장의 수집한 자료를 이용하여 적정 수준의 대중교통 보조금을 추정해 보았다. 적정 수준의 보조금은 대중교통 요금에 반영되어 있으며, 앞서 제시한 모형을 이용하여 변화되는 보조금에 따른 요금별 현황을 알아보았다. 그 후 사회적 관점에서의 각 보조금에 따른 대중교통 이용자와 승용차 이용자의 편익 변화를 알아보고, 비교해 보았다. 보조금의 변화 기준은 기준연도 대중교통 요금 1,100원(카드기준)으로 하여 2012년 기준 대구광역시 대중교통 1 통행 당 보조금을 600원을 지급하는 500원을 하한선으로 하고, 또한 요금을 1700원까지 높이는 방식으로 보조금에 따른 요금변화에 의한 대중교통이용자와 승용차 및 택시 이용자의 변화를 살펴보았다. 대구광역시 2012년 기준 1 통행 당 지원보조금은 버스와 지하철의 2012년 보조금의 합과 환승과 요금 할인을 고려하여 연간 총 대중교통 통행을 고려하여 산정한 값이다.

2,. 모형의 적용과 분석

본 연구에서 설정한 모형을 이용하여 대중교통 보조금의 변화에 따른 요금의 변화에 따라 대구광역시의 수단별 교통량을 비교하였다. 기준년도인 2012년의 기준요금은 1100원이며 1일 기준 침두시의 보조금의 차등 지급에 따른 각 요금별 수단 통행량의 변화는 아래의 표와 같다.

<표 V-1> 대구광역시 요금별 수단통행량(침두 1시간)

(단위 : 통행/시간)

금액	승용차	버스	지하철	택시	계
500	217,783	103,710	23,157	38,254	382,905
600	218,352	103,116	23,093	38,342	382,905
700	218,920	102,524	23,029	38,430	382,905
800	219,486	101,934	22,965	38,518	382,905
900	220,052	101,346	22,901	38,605	382,905
1000	220,615	100,759	22,837	38,692	382,904
1100	221,178	100,174	22,773	38,778	382,905
1200	221,738	99,592	22,709	38,864	382,905
1300	222,298	99,010	22,645	38,950	382,905
1400	222,856	98,431	22,581	39,035	382,905
1500	223,412	97,854	22,517	39,120	382,904
1600	223,967	97,279	22,453	39,205	382,904
1700	224,520	96,705	22,388	39,290	382,905

다음은 2012년 기준 대구광역시의 대중교통 보조금의 차등 지급에 따른 요금별 각 수단의 비첨두시 통행량을 나타낸 것이다. 첨두시와 비첨두시 모두 요금의 변화에 따라 통행량이 선형적으로 변화하는 것을 볼 수 있다.

<표 V-2> 대구광역시 요금별 수단통행량(비첨두 1시간)

(단위 : 통행/시간)

금액	승용차	버스	지하철	택시	계
500	123,607	58,862	13,143	21,712	217,324
600	123,930	58,526	13,107	21,762	217,324
700	124,252	58,190	13,071	21,812	217,324
800	124,574	57,855	13,035	21,862	217,324
900	124,894	57,521	12,998	21,911	104,919
1000	125,214	57,188	12,962	21,960	217,324
1100	125,533	56,856	12,926	22,009	217,324
1200	125,852	56,525	12,889	22,058	217,324
1300	126,169	56,195	12,853	22,107	217,325
1400	126,486	55,867	12,816	22,155	217,324
1500	126,802	55,539	12,780	22,204	217,324
1600	127,117	55,212	12,744	22,252	217,325
1700	127,431	54,887	12,707	22,300	217,324

아래의 <표 V-3>은 2012년 대구광역시 1일 기준 보조금에 따른 요금별 수단통행량의 변화를 나타낸 것이다. 요금에 따라 승용차와 택시 그리고 대중교통인 지하철과 버스의 추이가 상반되는 것을 확인할 수 있다.

<표 V-3> 대구광역시 요금별 수단통행량(전일)

(단위 : 통행/1일)

금액	승용차	버스	지하철	택시	계
500	2,848,838	1,356,640	302,919	500,413	5,008,811
600	2,856,287	1,348,874	302,085	501,566	5,008,811
700	2,863,714	1,341,131	301,250	502,715	5,008,811
800	2,871,125	1,333,412	300,414	503,859	5,008,811
900	2,878,519	1,325,716	299,578	504,998	5,008,811
1000	2,885,891	1,318,044	298,742	506,134	5,008,811
1100	2,893,246	1,310,396	297,904	507,265	5,008,811
1200	2,900,582	1,302,771	297,067	508,391	5,008,811
1300	2,907,900	1,295,171	296,228	509,514	5,008,811
1400	2,915,197	1,287,594	295,390	510,631	5,008,811
1500	2,922,473	1,280,043	294,550	511,744	5,008,811
1600	2,929,732	1,272,516	293,711	512,853	5,008,811
1700	2,936,970	1,265,014	292,871	513,957	5,008,811

아래의 <표 V-4>는 2012년 기준 대구광역시의 요금별 통행량에 따른 수단분담률을 나타낸 것이다. 수단분담률의 변화가 대중교통 요금의 변화에 따라 크게 변화되지 않는 것은 대구광역시의 여객 수단선택의 효용함수 파라미터 값에서 요금의 탄력성이 대도시권 중에서 가장 낮다는 것이 큰 이유라고 보여진다. 그렇지만 효용함수의 상수항을 2012년 대구의 현실에 맞게 보정함으로써 현실성을 나타낸 결과라고 볼 수 있다.

<표 V-4> 대구광역시의 요금별 수단분담률(전일)

(단위 : %)

금액	승용차	버스	지하철	택시	계
500	56.87	27.08	6.04	9.99	100
600	57.02	26.93	6.03	10.01	100
700	57.17	26.77	6.01	10.03	100
800	57.32	26.62	5.99	10.05	100
900	57.46	26.46	5.98	10.08	100
1000	57.61	26.31	5.96	10.10	100
1100	57.76	26.16	5.94	10.12	100
1200	57.90	26.00	5.93	10.14	100
1300	58.05	25.85	5.91	10.17	100
1400	58.20	25.70	5.89	10.19	100
1500	58.34	25.55	5.88	10.21	100
1600	58.49	25.40	5.86	10.23	100
1700	58.63	25.25	5.84	10.26	100

3. 보조금에 따른 사회적 후생 변화

1) 차량운행비용 변화

차량운행비용은 주로 차량의 주행성과 관련된 사항으로 도로여건, 교통조건, 주변 환경 등과 밀접한 관계가 있다. 차량운행비용은 대구광역시 내 링크를 대상으로 통행배정 작업의 결과로 산출된 주행속도와 교통량을 이용하여 주행속도에 따른 차량운행비용 원단위를 적용하여 산정한다. 즉, 분석 도로망에 부과된 각 링크의 차종별 교통량과 길이를 곱한 결과를 링크 평균 속도에 기초한 차종별 차량운행비용 원단위를 곱하여 개별 링크의 차량운행비용을 산정하여 대구광역시의 승용차, 버스, 택시, 트럭의 운행비용 변화의 금액별 총량을 산출하였다. 그리고 예타 지침에서 일반도로의 차량운행비용은 고속도로 기준 승용차 125%, 버스 115%, 트럭 120% 수준만큼 소요된다고 제시한 비율을 적용하였다.

아래의 <표 V-5>는 2012년 대구광역시의 차량운행비용의 변화를 나타낸 것이다. 보조금의 변화에 따른 요금별 차량운행비용은 대중교통 요금이 내려갈수록(승용차의 이용이 줄어들고 대중교통의 이용률이 높아짐으로써) 줄어들고, 요금이 높아지면 그 반대의 추이를 나타내는 것을 알 수 있다. 따라서 차량운행비용의 측면에서 요금이 낮아질수록 (+)편익이 발생한다는 결과를 얻을 수 있다.

<표 V-5> 차량운행비용 절감 편익

(단위 : 원, 1일 통행량 기준)

요금	편익	요금	편익
500원	15,582,235	1200원	-2,575,078
600원	12,992,306	1300원	-5,153,824
700원	10,366,683	1400원	-7,806,032
800원	7,783,304	1500원	-10,291,453
900원	5,138,848	1600원	-12,901,958
1000원	2,519,934	1700원	-15,429,407

2) 통행시간비용 변화

보조금의 변화에 따른 수단전환으로 인해 통행자의 교통수단, 통행경로, 통행속도 등 교통패턴의 변화가 발생한다. 이러한 변화는 해당 교통시설을 통행하는 통행자는 물론 다른 통행자의 통행시간에도 영향을 미친다. 이러한 영향은 운전자뿐만 아니라 함께 승차하고 있는 승객의 통행시간도 달라지는 변화를 가져온다. 즉 차량속도가 향상되면서 운전자 및 승객의 통행시간이 절감되고, 통행시간 절감 편익은 통행시간가치에 의하여 결정된다. 통행자의 통행시간 절약에 따른 편익은 기종점 간 결과 또는 링크 교통량을 기준으로 산정할 수 있다. 즉, 보조금에 따른 수단별로 산출된 총 통행시간에 차종별 통행시간가치를 적용하여 총 통행시간비용을 각각 산출한 후 양자의 차액을 통행시간 절감

편익으로 산정한다. 통행시간 비용은 도로 및 철도부문의 예비타당성 조사지침에서 제공된 2007년 값을 CPI를 이용하여 2012년 기준으로 보정한 값을 사용하며, 대구광역시의 값을 기준으로 하였다.

다음의 <표 V-6>의 통행시간 비용 변화의 결과를 보면 1100원 기준요금에서 요금이 내려갈수록 통행시간비용이 줄어들어 통행시간 편익이 증대된다. 이는 승용차에서 대중교통으로 전환된 이용자의 통행 시간이 더 걸리는 부분이 고려되었음에도 승용차 이용자의 통행시간 비용이 그 이상으로 줄어들었고 그것이 편익이 증대되는 결과로 이어지는 것을 볼 수 있다.

<표 V-6> 통행시간비용 절감 편익

(단위 : 원, 1일 통행량 기준)

요금	편익	요금	편익
500원	76,804,486	1200원	-13,045,142
600원	64,084,705	1300원	-25,776,564
700원	50,774,191	1400원	-37,959,040
800원	38,405,447	1500원	-50,915,347
900원	25,139,428	1600원	-63,716,603
1000원	12,987,930	1700원	-76,830,484

3) 교통사고비용 변화

본 연구에서 교통사고비용은 지역 간 통행을 제외하므로 도로
부문의 교통사고 비용만을 다룬다. 교통사고 절감 편익은 통행배
정 결과로 산출된 링크 교통량에 링크 길이를 곱하여 고속국도,
국도, 지방도의 도로 유형별로 억대-km를 산출한다. 도로 유형
별 교통사고 사상자수와 교통사고 비용의 원단위를 곱하여 보조
금에 따른 수단전환에 대해 교통사고 비용을 산출한 후 그 차이
를 활용하여 교통사고 절감 편익을 산출한다. 교통사고 비용은
도로 및 철도부문의 예비타당성 조사지침에서 제공된 값을 CPI
를 이용하여 보정한 원단위를 이용하며, PGS를 포함한 사망자 1
명당 비용과 부상자 1명당 비용을 곱하여, 대-km당 사고비용을
구하여 사용하였다.

교통사고 비용의 변화는 본 연구에서는 지역 간 통행을 고려
하지 않기 때문에 철도부문의 교통사고는 제외하여 산정하였으
며, 지하철에 국한된 부분의 교통사고는 도로부문에 비하여 상대
적으로 매우 미미하다는 판단으로 도로부문의 교통사고만을 대
상으로 산출하였으며, 요금을 낮추면 승용차의 수단통행량이 줄
어드는 결과에 따라 교통사고 비용이 줄어들기 때문에 교통사고
비용의 편익은 대중교통 요금이 낮아질수록 커진다는 것을 다음
의 <표 V-7>에서 결과물로 확인 할 수 있다.

<표 V-7> 교통사고비용 절감 편익

(단위 : 원, 1일 통행량 기준)

요금	편익	요금	편익
500원	11,769,109	1200원	-1,951,687
600원	9,838,516	1300원	-3,928,267
700원	7,891,279	1400원	-5,934,305
800원	5,915,564	1500원	-7,862,132
900원	3,911,836	1600원	-9,857,996
1000원	1,954,565	1700원	-11,792,542

4) 대기오염비용 변화

교통부문의 환경영향은 다양하지만 본연구의 도로에서는 크게 대기오염에 의한 절감 편익만을 다루고 그 내용으로 한다. 대기오염비용은 링크를 대상으로 통행배정 작업의 결과로 산출된 승용차와, 택시, 버스, 트럭 주행속도와 교통량을 이용하여 주행속도에 따른 대기오염비용 원단위를 예타 지침에서 제시된 값을 이용하여 CPI를 적용하여 2012년 기준으로 산정하여 적용하였다.

대기오염 비용의 변화 또한 요금이 낮춰짐에 따라 대중교통 이용이 증가하고, 반대로 승용차 이용율이 감소하여 그에 상응하게 낮아지기 때문에 편익은 요금이 낮아질수록 증대되며, 결과는 다음의 <표 V-8>에서 확인할 수 있다.

<표 V-8> 대기오염비용 절감 편익

(단위 : 원, 1일 통행량 기준)

요금	편익	요금	편익
500원	3,549,329	1200원	-594,588
600원	2,972,388	1300원	-1,167,363
700원	2,362,175	1400원	-1,779,254
800원	1,805,037	1500원	-2,331,576
900원	1,183,147	1600원	-2,945,736
1000원	566,417	1700원	-3,514,717

5) 소음비용의 변화

2012년 대구광역시 대중교통 보조금의 변화에 따른 요금별 소음비용의 변화는 요금이 내려갈수록 승용차 이용자가 대중교통으로 수단전환을 함으로써 편익이 증대된다는 것을 <표 V-9>에서 볼 수 있다.

<표 V-9> 소음비용 절감 편익

(단위 : 원, 1일 통행량 기준)

요금	편익	요금	편익
500원	1,241,373	1200원	-159,995
600원	1,135,841	1300원	-458,771
700원	789,746	1400원	-552,293
800원	652,452	1500원	-1,004,996
900원	406,154	1600원	-1,223,747
1000원	79,731	1700원	-1,678,355

6) 대중교통 보조금의 변화

운영비용과 요금수입의 차이를 반영해 주기 위해 사회적 관점에서는 대중교통 수단의 요금 수입에 따라 운영비가 변하지 않으므로 요금 수입의 차이를 보조금의 변화로 볼 수 있다. 수익은 변화된 보조금에 따른 요금별 대중교통 이용자의 증감을 통하여 산정하였으며, 2012년 대구광역시의 대중교통 요금 변화에 따른 수익의 증감이 곧 보조금의 증감이다. 다음의 <표 V-10>에서 그 결과를 알 수 있으며, 요금이 줄어드는 만큼 대중교통 이용자에게 지원되는 보조금의 액수는 커져야 한다는 것을 확인할 수 있다. 자중손실은 앞서 언급한 것과 같이 7~17%로 상·하한선을 두어 산정하였다.

<표 V-10> 대중교통 보조금과 자중손실의 변화

(단위 : 백만원)

요금	연간 보조금 증감액	자중손실(7%)	자중손실(17%)
500원	342,863	24,000	58,287
600원	284,172	19,892	48,309
700원	226,104	15,827	38,438
800원	168,655	11,806	28,671
900원	111,823	7,828	19,010
1000원	55,606	3,892	9,453

1100원	0	0	0
1200원	-54,996	-3,849	-9,349
1300원	-109,386	-7,657	-18,596
1400원	-163,172	-11,422	-27,739
1500원	-216,357	-15,145	-36,781
1600원	-268,944	-18,826	-45,720
1700원	-320,935	-22,465	-54,559

7) 사회적 후생의 변화

편익은 앞서 제시한 차량 운행비용의 변화, 시간가치에 의한 통행비용의 변화와 도로부문 교통사고의 변화 그리고 대기오염 비용의 변화가 그 내용이며, 대중교통 요금의 변화에 따른 각 편익의 변화와 보조금의 자중손실이 함께 고려되어 사회적 후생이 산정된다. 앞서 측정한 편익은 보조금에 따른 대중교통 요금이 낮아짐에 따라 (+)편익이 발생하고 증가하며, 대중교통 요금이 높아짐에 따라 (-)편익이 발생하고 감소한다. 보조금은 요금이 낮아질수록 증가하고, 높아질수록 감소한다. 그러나 사회적 후생의 측정을 위해 고려되는 자중손실의 값이 불명확하여 사회적 후생의 변화가 자중손실의 정도에 따라 상이하게 측정이 된다. 그 결과는 다음의 표 IV-11에서 확인할 수 있다.

<표 IV-11> 사회적 후생의 변화

(단위 : 백만원, 1년)

요금	연간 보조금 증감액	비용회수율(%)	사회적 후생	
			자중손실 (7%)	자중손실 (17%)
500원	342,863	10.38	15,765	-18,521
600원	284,172	20.82	13,332	-15,086
700원	226,104	31.16	10,520	-12,091
800원	168,655	41.38	8,109	-8,756
900원	111,823	51.49	5,232	-5,950
1000원	55,606	61.49	2,717	-2,843
1100원	0	71.39	0	0
1200원	-54,996	81.17	-2,839	2,660
1300원	-109,386	90.85	-5,660	5,278
1400원	-163,172	100.42	-8,299	8,018
1500원	-216,357	109.89	-11,283	10,353
1600원	-268,944	119.24	-14,260	12,635
1700원	-320,935	128.49	-17,409	14,684

주 : 비용회수율은 시내버스와 도시철도의 운행비용 대비 운수수익을 나타낸 것임.

4. 대중교통 보조금의 적정 수준 추정

사회적 관점에서 대중교통 보조금의 적정 수준은 보조금의 지급 정도에 따른 사회적 후생의 변화를 알아보았을 때, 그 사회적 후생이 최대가 되는 수준이 가장 적정한 수준의 보조금이라고 볼 수 있다. 2012년 대구광역시의 대중교통인 버스와 지하철의 보조금의 차등 지급에 따른 요금의 변화를 가정하였을 때, 수단분담의 변화로 대중교통의 운수수익이 변하고 그에 따라 실질적으로 지급할 것으로 예상되는 보조금을 요금별로 산출하였다. 그러한 보조금의 변화에 따른 요금별 사회적 편익과 자중손실을 측정하여 사회적 후생을 앞서 측정하였다.

그 결과 사회적 관점에서의 적정 보조금은 자중손실 값에 따라 자중손실이 작을 때(7%)는 예산이 허용하는 한 보조금을 더 지급하여 요금을 내리는 것이 사회적 후생이 최대가 되는 적정 수준의 요금이다. 반면 자중손실의 값이 클 때(17%)는 보조금을 덜 주고 요금을 사회적으로 용인이 되는 수준까지 점차적으로 올리는 것이 적정 수준의 요금이라고 볼 수 있다. 이는 본 연구에 사용된 선형적인 수단선택 모형의 적용과 교통 부문의 세수에 관한 국내·외 선행연구의 미흡으로 자중손실 값의 정확한 적용이 어렵다는 것에서 오는 한계일 것이다. 그러나 앞서 언급한 세금을 통한 재원의 확보 등을 고려할 때, 보조금의 확충을 위한 세수의 확보는 그 재원이 대부분 지방세로써 소비세제와 같이 높은 자중손실을 보이는 것으로 보이고, 세수확보에 따른 자중손

실이 대체로 하한선으로 정해두었던 7%보다 큰 17%보다 크거나 유사한 경향이 앞선 국내·외 선행연구에서 많았고, 또한 지자체는 중앙정부로부터 보조금을 더욱 받기를 원하고 있는 것이 현실이다. 따라서 운행비용 대비 운수수익의 비용회수율은 높을수록 정부와 세금을 내는 주체인 시민의 입장에서 좋은 방향이므로 예산의 허용 범위와 사회적인 상황을 고려하여 요금을 점차적으로 올리는 것이 가장 최적의 요금이라 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 사회적 후생이 최대가 되며 자중손실과 사회적인 상황을 고려하였을 때, 비용회수율이 100%가 넘어서는 지점이 최적의 요금이 되는, 보조금을 줄이고 현행 1100원의 대중교통 요금에서 1400원으로 인상하는 것이 본 연구에서 최적의 요금이자 300원의 보조금을 덜 주는 것이라는 결론이다.

VI. 결론

1. 연구의 결론

본 연구는 사회적 관점에서 대중교통 보조금의 적정 수준을 추정하는 방법론을 제시하고 적용하여 보았다. 보조금의 변화에 따라 대중교통 요금이 변하고, 그에 따른 보조금의 변화와 사회적 후생의 변화를 분석하고, 각 변화량이 최대가 되는 보조금의 수준이 대중교통의 적정 보조금 수준이라 할 수 있다.

대중교통 보조금의 변화에 따른 수단별 수요변화를 추정하기 위해 먼저 KTDB에서 제시한 대구광역시 로짓모형을 이용하였으며, 2012년 기준 대구광역권 네트워크와 O/D를 이용하여 Emme3를 이용하여 보조금에 따른 각 요금의 수단별 수요변화를 알아보았다.

수요모형을 이용하여 2012년 대구광역시 대중교통 요금을 100원씩 변화시키면서 각 수단의 수요 변화를 추정할 때 운임 변화 이외의 모든 조건은 변하지 않게 고정하는 것으로 가정하였다.

변화한 수단분담률을 기준으로 Emme3를 통해 1일 통행을 구현하였으며, 그에 따른 사회적 편익을 산정하였다. 편익은 보조금의 변화에 따라 지급되어야 될 보조금과 그에 따른 세수의 변화로 야기되는 자중손실을 알아보았으며, 운전자의 통행비용 변화, 통행자의 시간가치 비용 변화, 교통사고 비용 변화, 대기오염

비용 변화를 통해 총체적으로 사회적 후생의 변화를 알아보았다.

연구 분석의 결과로 사회적 관점에서 편익은 보조금을 더 지급할수록 증대되었다. 그리고 그와 반대로 보조금은 요금이 낮을수록 대중교통 운수 수익이 감소하므로 더욱 지급되어야 한다. 사회적 후생의 측정에서 각 요금별 지급되어야 할 보조금의 자중손실의 정도에 따라 사회적 후생의 크기가 대칭의 형태로 반대로 측정되었다. 즉 자중손실이 작을 때(7%)는 대중교통 보조금으로써의 예산이 허용하는 한 보조금을 더 지급하여 대중교통 요금을 내리는 것이 사회적 후생이 최대가 되는 적정 수준의 요금이며, 자중손실의 값이 클 때(17%)는 보조금을 덜 지급하고 대중교통 요금을 사회적으로 용인이 되는 수준까지 점차적으로 올리는 것이 적정 수준의 요금이라고 볼 수 있다. 이 중 대구광역시 세금의 재원에서 대중교통 보조금은 지방세가 큰 비중을 차지하고 비용회수율과 세수확보의 성격을 미루어 보아 요금을 점차 올리는 방안이 옳다고 보여지며, 비용회수율이 100%가 넘어서는 1400원이 되는 보조금을 300원 덜 지급하고 요금을 점차 올리는 것이 본 연구에서 사회적 관점에서의 최적 수준이다.

이러한 결과는 본 연구에서 사용한 효용함수가 선형의 형태를 띤다는 것과 그것이 수단의 요금과 통행시간을 이용하는 함수로써 기준연도의 물가와 현실의 반영이 완벽하다고 할 수 없다는 한계점을 내포하고 있다. 또한 사회적 관점에서 후생이 최대가 되는 요금수준이 되려면 교통 부문에서의 세금에 대한 자중손실에 관한 신뢰도가 높은 연구 결과 또한 필요할 것이다, 그리고

보조금은 정부의 지출이며 효율성의 입장에서 논할 때는 무분별한 보조금의 지급은 국가적인 입장에서 최적의 보조금 수준이라 볼 수는 없다. 또한 공공재의 성격을 떠는 대중교통에서 요금의 빠른 인상은 사회적 형평성의 문제 또한 야기할 것으로 생각되므로 적절한 수준의 보조금이라 볼 수 없다. 그래서 점차적으로 현실을 반영한 수준의 요금 인상이 가장 이상적이라고 할 수 있다. 또한 교통부문에서 적절한 효율성과 형평성을 제고할 수 있는 보조금 지출을 보완할 수 있는 제도적 장치 또한 어우러질 때 적정 수준의 대중교통 보조금의 측정이 가능할 것이라 생각된다.

이러한 결론에도 불구하고 본 연구가 의미 있는 이유는 하나의 도시 전체의 통행에 대해 대중교통 보조금에 따른 요금별 수단전환을 표현해 보았다는 것과, 그에 따른 사회적 후생을 고려하였다는 것, 그리고 명목적으로 명시되어 있는 보조금의 정도가 아닌 사회 전체의 관점에서 적정 수준의 요금이 얼마가 되는 것이며, 그것을 정확하게 추정할 수 있도록 하는 방법론을 제시해 보았다는 점에서 유의미한 연구가 될 수 있었을 것이다. 또한 교통부문에서 세금에 관하여 자중손실을 고려하고 적용하였다는 점에서 시사점과 향후 과제로써의 제시 등의 의의가 있다고 본다.

2. 한계점 및 향후 연구과제

본 연구에서는 현황을 최대한 모사하며 이를 바탕으로 적정 수준의 대중교통 보조금을 추정하였으나 몇 가지 한계가 드러났다.

첫째, 가정의 한계이다. 대중교통 보조금 변화에 따라 요금이 변하고 수단분담률이 변하더라도 새로운 도로의 증설이나 건설, 대중교통의 배차간격, 운행횟수 등의 공급은 고정된 것으로 가정한다. 그리고 대중교통 운영비용 역시 수요에 따른 공급의 변화가 없는 것으로 가정하므로 불변이라고 가정하였지만, 대중교통의 수단이 크게 변하면 변할수록 운영자의 입장에서 공급 또한 변할 것이다. 그러한 부분 또한 고려하여 편익을 측정하여야 된다는 것은 부정할 수 없는 사실이다.

더욱이 정부의 대중교통 보조금에 대한 지출의 수준을 명확히 할 수 있다면, 연구의 분석이 더욱 현실성이 있는 결론으로 매듭이 지어졌을 것이다.

또한 수단전환을 위해 사용된 효용함수가 선형으로 그 결과값이 선형을 이루는 사회적 후생변화와 함께 한 가지의 관점에서만 보조금의 수준을 논함으로서 현실성이 떨어진다고 볼 수 있으며, 효용함수 파라미터 값의 요금탄력성이 매우 작아서 요금 변화에 따른 수단선택의 변화가 크게 나타나지 않는다는 한계도 있었다.

이에 본 연구에서는 다음과 같은 향후 과제를 제시한다.

효율성과 형평성을 논하는 입장에서 정부에서 보조금을 줄 수 있는 한계치와 적정 수준의 보조금을 추정하는 교통 부문의 다양한 연구가 계속되어야 할 것이며, 보조금의 무분별한 지급을 막기 위한 제도적인 완충장치 또한 모색되어야 할 것이다.

또한 제시된 방법론이 적용될 수 있는 도시나 지역의 규모의 수준에 관해서도 논해지는 연구가 필요할 것이다. 그리고 같은 수단이라도 지역의 대중교통 요금의 특성이 다르므로 그에 맞는 또는 각 수단에 맞는 적정 수준의 보조금을 추정할 수 있는 방법론에 관한 논의 또한 향후 연구과제로 남는다.

그리고 교통 부문의 세수에 관한 연구가 더욱 활발해져야 할 것이다. 세수의 종류에 따른 자중손실이 매우 상이하며, 교통부문에 관한 세수의 연구가 국내에서는 미미한 실정이므로 이 또한 앞으로의 과제로 남는다.

<참고문헌>

국내문헌

1. 고문주(2012), “하이브리드 자동차에 대한 정부보조금의 적정성 분석”, 서울대학교 석사학위논문.
2. 고준호, 이창(2010), “교통수요 관리목표 설정을 위한 기초 연구”, 서울시정개발연구원.
3. 권태범, 이상인(2006a), “ 시내버스 준공영제 성과 분석 및 개선방안”, 대구경북연구원.
4. 권태범, 이상인(2006b), “대구광역시 대중교통 통합요금제 시행방안”, 대구경북연구원.
5. 권태범(2011), “경상북도 버스 재정지원 및 서비스 개선방안”, 대구경북연구원.
6. 김범식(2013), “광역전철의 적정 요금수준 추정: 경춘선의 ITX-청춘을 사례로”, 서울대학교 석사학위논문.
7. 김승래, 김우철(2007) “우리나라 조세제도의 효율비용 추정”, 한국조세연구원.
8. 도로교통안전관리공단(2008), 07' 도로교통 사고비용의 추계와 평가.
9. 대구광역시(2011), 제2차 대구광역시 교통안전기본계획.
10. 대구광역시(2012), 제2차 대중교통기본계획(안).
11. 오재학, 박상우(2007), “지방교통시설투자 관련 국고보조금

- 지원체계 개편방안”, 한국교통연구원.
12. 오창호(2012), “한국과 일본 도시철도 운영기관의 효율성 및 생산성 비교분석”, 서울대학교 석사학위논문.
 13. 윤혁렬 외 4인(2011), “서울시 버스준공영제 발전방안 연구”, 서울시정개발연구원.
 14. 이미라(2013), “고속철도(KTX)의 적정 운임수준 추정-서울~부산 통행을 중심으로”, 서울대학교 석사학위논문.
 15. 이상인(2009), “경상북도 시내·농어촌버스 재정지원 효율화 방안 연구”, 대구경북연구원.
 16. 이상인(2012), “신바람나는 시내버스 만들기 추진계획 수립 연구”, 대구경북연구원.
 17. 이상인, 윤현석(2008), “시내버스 업체와 운행노선 연계성 제고 방안”, 대구경북연구원.
 18. 이성원, 박지형(1999), “교통수요의 가격, 소득 및 서비스 탄력성에 관한 분석”, 교통개발연구원.
 19. 전정환(2010), “정보화시대의 대중교통정책 : 광주광역시의 버스준공영제를 중심으로“, 디지털정책연구, 8(4):19-33.
 20. 정병목(2006), “과세소득탄력성에 관한 연구”, 한국조세연구원.
 21. 조일현(2005), “환경 비친화적인 교통 보조금 규모 추계-서울시 승용차를 중심으로”, 서울대학교 석사학위논문.
 22. 한국교통연구원(2007), 2005년 교통사고비용 추정.

23. 한국교통연구원(2008), “2007년 국가교통DB구축사업 제9권 광역권 여객 기종점통행량 전수화”.
24. 한국개발연구원(2008), “도로·철도 부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제5판)”.
25. 한국철도시설공단(2010), “철도투자평가편람 전면개정 연구”.
26. 한국환경정책평가연구원(2002), 육상교통수단의 환경성비교분석.
27. 한근수(2010), “대구시 대중교통 이용 제고방안, 대구경북연구원.
28. 한근수, 정웅기(2007), “대구권 광역전철망 구축방안 연구”, 대구경북연구원.
29. 한종학, 김준영(2008), “대중교통 적정 재정지원규모 산출 방법론-인천광역시를 중심으로”.
30. 황기연(1999), “대중교통 요금체계 다양화 방안 연구”, 서울시정개발연구원.
31. 황기연, 이우철(2000), “대중교통 환승요금 적정 할인수준 추정-서울시 사례를 중심으로”, 대한교통학회지, 48:27-37.
32. 허용석(2012), “조세의 초과부담에 대한 선행연구가 주는 함축적 의미”, 조세연구, 12(3):39-66.
33. 허용석, 김유찬(2013), “유류세 초과 부담에 관한 연구”, 세무학연구, 30(4):143-184.
34. 한국개발연구원(2013), 교통시설 효율적 투자재원 조달 및

활용에 대한 연구.

국외문헌

1. Browning, Edgar K.(1976), “The Marginal Cost of Public Funds”, Journal of Political Economy, 84(2):283-298.
2. Dodgson J. S. and Topham N.(1987), “Benefit-Cost Rules for Urban Transit Subsidies”, JTEP, 21(1):57-71.
3. Glaister, S. and D. Lewis(1978), “An Integrated Fares Policy for Transport in London”, Journal of Public Economics, 9:341-355.
4. Glaister, S.(1984), “The Allocation of Urban Public Transport Subsidy”, In: J. Le Grand and R. Robinson: Privatisation and the Welfare State. George Allen and Unwin, London.
5. Inturri, G. and M. Ignaccolo(2011), “Modelling The Impact of Alternative Pricing Policies On An urban Multimodal Traffic Corridor ”, Transport Policy, 18: 777-785.
6. Myers Norman and Jennifer Kent(2001), Perverse Subsidies, Island Press.

7. OECD(1996), Subsidies, Tax incentives & the Environment: Overview and Synthesis.
8. Olsson, O. E. N , Andreas, O. and Siri, B. H.(2012), "Consequences of Differences in Cost-Benefit Methodology in Railway Infrastructure Appraisal", *Transport Policy* 22: 29-35.
9. Parry, I. W. H. and K. A. Small(2009), "Should Urban Transit Subsidies Be Reduced?", *American Economic Review* 99(3): 700-724.
10. Parry, I. W. H. and G. R. Timilsina(2010), "How Should Passenger Travel in Mexico City Be Priced?", *Journal of Urban Economics* 68: 167-182.
11. Proost, S. V. Dender, K.(2008), "Optimal Urban Transport Pricing in The Presence of Congestion, Economies of Density and Costly Public Funds", *Transportation Research Part A* 42: 1220-1230.
12. Savage, I. and A. Schupp(1997), "Evaluating Transit Subsidies in Chicago", Northwestern University.
13. Seung-Rae, Kim(2004), "Environmental Taxes and Economic Welfare : The Welfare Cost of Gasoline Taxation in the U.S. 1959-99", Woodrow Wilson School, Princeton University.

14. Tirachini, A. and D. A. Hensher(2012), "Multimodal Transport Pricing: First Best, Second Best and Extensions to Non-motorized Transport", *Transport Review* 32(2): 181-202.

[부록 1] 도로부문 통행배정모형의 정산

도로부문 정산 결과

(단위: 대/일, 양방향)

지점 번호	도로등 급	노선명	관측 지점	2012년 관측 교통량 (A)	2012년 배정 교통량 (B)	오차율(%) $\frac{(B-A)}{A} \times 100$
1	고속 국도	중앙	금호JCT ~ 칠곡IC	50,990	59,098	15.9
2		중앙	칠곡IC ~ 다부IC	43,030	40,641	-5.6
3		중앙	다부IC ~ 가산IC	40,876	39,565	-3.2
4		중앙	가산IC ~ 군위IC	29,088	29,120	0.1
5		중부내륙지 선	서대구IC ~ 금호JCT	103,308	107,521	4.1
6	고속 국도	중부내륙지 선	남대구IC ~ 서대구IC	28,109	22,628	-19.5
7		중부내륙지 선	화원옥포IC ~ 남대구IC	78,054	87,278	11.8
8		중부내륙지 선	옥포JCT ~ 화원옥포IC	70,306	72,592	3.3
9		중부내륙지 선	달성IC ~ 옥포JCT	47,292	42,128	-10.9
10		중부내륙지 선	현풍JCT ~ 달성IC	33,077	31,073	-6.1
11		중부내륙	창녕IC ~ 현풍JCT	41,665	44,636	7.1
12		중부내륙	영산IC ~ 창녕IC	41,661	38,173	-8.4
13		중부내륙	현풍JCT ~ 고령JCT	21,730	26,103	20.1
14		중부내륙	성주IC ~ 남김천IC	20,892	27,423	31.3
15		중부내륙	남김천IC ~ 김천JCT	20,294	22,410	10.4

지점 번호	도로등 급	노선명	관측 지점	2012년 관측 교통량 (A)	2012년 배정 교통량 (B)	오차율(%) $\frac{(B-A)}{A} \times 100$
16		경부	구미IC ~ 김천JCT	73,329	58,797	-19.8
17		경부	남구미IC ~ 구미IC	81,216	69,847	-14.0
18		경부	왜관IC ~ 남구미IC	95,307	78,337	-17.8
19		경부	금호JCT ~ 칠곡물류IC	115,265	101,273	-12.1
20		경부	북대구IC ~ 금호JCT	138,085	131,505	-4.8
21		경부	도동JCT ~ 북대구IC	133,862	134,821	0.7
22		경부	동대구JCT ~ 도동JCT	116,260	111,264	-4.3
23		경부	경산IC ~ 동대구JCT	80,673	96,711	19.9
24		경부	영천IC ~ 경산IC	50,837	41,015	-19.3
25		경부	건천IC ~ 영천IC	41,000	32,057	-21.8
26		익산포항	청통와촌IC ~ 북영천IC	27,421	34,236	24.9
27		익산포항	북영천IC ~ 서포항IC	21,496	26,257	22.1
28		신대구부산	수성IC ~ 동대구IC	46,734	57,212	22.4
29		신대구부산	청도IC ~ 수성IC	33,122	41,242	24.5
30		88올림픽	고령IC ~ 동고령IC	19,164	20,133	5.1
31		88올림픽	동고령IC ~ 고령JCT	25,027	25,649	2.5
32		익산포항	팔공산IC ~ 도동JCT	20,712	20,239	-2.3
33	국도	국도 30호선	선남 ~ 동곡	18,662	16,260	-12.9
34		국도 30호선	도성 ~ 대구	22,168	24,776	11.8
35		국도 33호선	성주 ~ 왜관	7,214	5,796	-19.7
36		국도 4호선	왜관 ~ 칠곡	20,347	23,076	13.4
37		국도 5호선	칠곡 ~ 가산	24,050	27,791	15.6
38	국도	국도 26호선	고령 ~ 대구	5,255	4,884	-7.1

지점 번호	도로등 급	노선명	관측 지점	2012년 관측 교통량 (A)	2012년 배정 교통량 (B)	오차율(%) $\frac{(B-A)}{A} \times 100$
39		국도 5호선	현풍 ~ 옥포	16,454	15,616	-5.1
40		국도 5호선	성산 ~ 현풍	7,302	7,809	6.9
41		국도 5호선	현풍 ~ 옥포	19,016	20,954	10.2
42	국지 도	국지도 67호선	대구 ~ 성주	7,848	9,054	15.4
43		국지도 67호선	성주 ~ 대구	10,167	10,993	8.1
44		국지도 67호선	대구 ~ 고령	4,665	5,266	12.9
45	국도	국도 4호선	대구 ~ 금호	32,641	27,755	-15.0
46		국도 4호선	하양 ~ 영천	25,812	33,057	28.1
47		국도 4호선	대구 ~ 금호	31,409	31,944	1.7
48	지방 도	지방도 905호선	고령 ~ 대구	7,436	6,104	-17.9
49		지방도 919호선	자인 ~ 하양	52,108	57,036	9.5
50		지방도 925호선	경산 ~ 청도	1,654	1,784	7.9
51		지방도 925호선	북안 ~ 금호	5,076	4,190	-17.5
52	대구 교량		팔달교	85,851	102,235	19.1
53			조야교	7,605	7,639	0.4
54			서변대교	76,694	79,749	4.0
55			산격대교	69,066	61,168	-11.4
56			침산교	77,395	87,789	13.4
57			도청교	39,301	32,333	-17.7
58			칠성교	35,051	34,726	-0.9

지점 번호	도로등 급	노선명	관측 지점	2012년 관측 교통량 (A)	2012년 배정 교통량 (B)	오차율(%) $\frac{(B-A)}{A} \times 100$
59			신천교	47,975	40,865	-14.8
60			동신교	63,707	59,335	-6.9
61			수성교	109,668	108,581	-1.0
62			대봉교	48,751	55,018	12.9
63			중동교	60,387	61,672	2.1
64	대구 간선		신천대로	100,405	105,666	5.2
65			신천동로	56,027	64,192	14.6
66			달구벌대로	71,122	78,453	10.3
67			화랑로	76,041	84,323	10.9
68			팔공로	30,514	25,639	-16.0
69			앞산순환로	70,514	71,325	1.2
70			상화로	65,541	68,841	5.0
71	국도	국도 24호선	창녕 ~ 청도	1,759	2,217	26.0
72		국도 5호선	대합 ~ 영산	6,398	6,699	4.7
73	지방 도	지방도 1080호선	이방 ~ 일반5	1,846	1,623	-12.1
74		지방도 1034호선	현풍IC ~ 창녕	1,016	1,101	8.3
75	국도	국도 5호선	창녕 ~ 성산	9,148	7,421	-18.9
76	지방 도	지방도 1034호선	쌍림 ~ 적중	594	630	6.1

[부록 2]철도부문 통행배정모형의 정산

철도부문 정산 결과

(단위: 대/일, 양방향)

노선	역명	2012년 관측 교통량 (A)	2012년 배정 교통량 (B)	오차율(%) $\frac{(B-A)}{A} \times 100$
1호선	각산	4,026	4,604	14.4
	반야월	2,597	2,896	11.5
	신기	4,518	4,830	6.9
	율하	4,065	4,428	8.9
	용계	2,211	2,218	0.3
	방촌	3,336	3,585	7.5
	해안	2,875	3,556	23.7
	아양교	5,952	6,546	10.0
	큰고개	4,467	4,050	-9.3
	동대구	12,572	11,421	-9.2
	신천	4,993	5,743	15.0
	칠성시장	5,114	5,548	8.5
	대구역	10,405	11,137	7.0
	중앙로	20,440	19,131	-6.4
	명덕	5,841	4,371	-25.2
	교대	4,583	4,626	0.9
	영대병원	6,471	6,336	-2.1
	안지랑	4,219	4,677	10.9
	성당못	9,461	10,398	9.9

노선	역명	2012년 관측 교통량 (A)	2012년 배정 교통량 (B)	오차율(%) $\frac{(B-A)}{A} \times 100$
1,2 호선	송현	4,143	4,333	4.6
	월촌	5,142	4,402	-14.4
	상인	12,947	10,406	-19.6
	월배	4,175	3,679	-11.9
	진천	5,415	4,715	-12.9
	대곡	9,425	7,549	-19.9
2호선	반월당	28,731	11,772	-24.7
	문양	2,639	2,340	-11.3
	다사	2,256	2,000	-11.4
	대실	5,501	4,869	-11.5
	강창	4,740	3,956	-16.5
	계명대	7,864	6,534	-16.9
	성서산업단지	5,862	5,926	1.1
	이곡	4,718	3,947	-16.4
	용산	8,886	7,248	-18.4
	죽전	5,489	4,467	-18.6
	감삼	7,261	5,672	-21.9
	두류	8,387	6,815	-18.74
	내당	4,613	3,538	-23.30
	반고개	4,692	4,101	-12.60
	서문시장	6,700	5,494	-18.00
	경대병원	5,523	5,478	-0.81
	대구은행	6,655	5,289	-20.53
	수성구청	4,694	4,271	-9.01
	만촌	4,551	5,242	15.18
	고산	2,592	2,869	10.68

노선	역명	2012년 관측 교통량 (A)	2012년 배정 교통량 (B)	오차율(%) $\frac{(B-A)}{A} \times 100$
	신매	6,529	5,181	-20.64
	사월	9,681	7,940	-17.98
	임당	1,681	1,333	-20.68

Abstract

An Estimation of Optimal Level of Public Transport Subsidies - The Case of Daegu -

Heo, Dong Hyeok

Department of Environmental Planning

The Graduate School of Environmental Studies

Seoul National University

Daegu has been promoting its public transportation bus system by implementing the Semipublic and substituting a uniform fare system for all the zones since 2006. The problems of above system, the scale of financial subsidies for discounting the transportation fare and the elevation of average standard transport cost, have been dramatically increased in which the efficiency and scale of the system has been controversial issues.

In this study, the methodology considering the needs of automobiles and public transportation system to estimate the

adequate subsidies is determined for its application. Public transport subsidies in the field of domestic leading researchers are based on profit maximization policy suggestions for improved quality and public transport activation plan, while international studies have estimated the level of substantial subsidies.

Therefore, our research has been focused on establishing the methodology at the maximum level of social welfare from the social perspective and considering of deadweight loss, related to the tax.

Temporal scope of this study and data for calculating the appropriate level of subsidies regarding to the public transportation is based on the year of 2012. To be specified, data recently published are included by our needs. District range is limited only to Daegu and research targets includes the public transportation system such as car, taxi, bus, and subway, exclusive for airline and regional transportation as known as express bus, intercity bus, and rapid rail.

Specifically, passenger's mode choice is implemented with logit model in order to determine the changes of mode choice with variation of subsidies. Adjusted constants of utility function parameters for Daegu is provided by KOTI to

consider realistic aspects.

Furthermore, based on the calculated mode choice, deadweight loss is analyzed with 7% and 17% as minimum and maximum level, respectively, to investigate the variation of the social welfare, considering the international and domestic researches.

The analysis of our study suggests optimal fare and subsidies increasing transportation fare to 1400 won, which grants 300 won to recent fare, as reflecting the aspects of the social welfare, transportation margins and returning expenses that are collected data from the subsidies variation in each mode of transportation patterns.

Consequently, the purpose of research is establishing of the methodology to examine the adjustable level of transportation subsidies for the measuring actual subsidies with respect to the deadweight loss of tax.

◆ **Key words :** Subsidy, Public Transpotation
 Optimal Fares, Modal Split, Tax,
 Social welfare, Deadweight loss

◆ ***Student Number* :** 2011-23937